

SHIRO IIDA et al  
82478-4700  
JOSEPH W. PRICE (949) 253-4920

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    1 月 2 8 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 1 9 2 9 6  
Application Number:

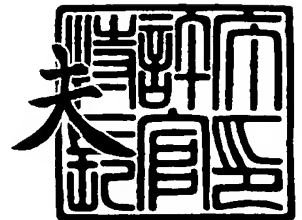
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 0 1 9 2 9 6 ]

出      願      人                      松下電器産業株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月 2 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 9 8 6 6 6

【書類名】 特許願

【整理番号】 2925140044

【提出日】 平成15年 1月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01J 61/52

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 飯田 史朗

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 天野 豊一

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 板谷 賢二

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090446

【弁理士】

【氏名又は名称】 中島 司朗

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014823

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003742

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光管の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ガラス管を折り返して折り返し部を形成し、前記折り返し部から少なくとも一方の端部までが旋回軸廻りを第 1 の方向に旋回していると共に、前記ガラス管の内周面に蛍光層が形成された発光管の製造方法であって、

前記蛍光層の形成工程は、蛍光層用の懸濁液が塗布されたガラス管を、その前記旋回軸を垂直方向に対して傾斜させた状態で前記第 1 の方向と逆の第 2 の方向に回転させながら乾燥する予備乾燥工程を含むことを特徴とする発光管の製造方法。

【請求項 2】 前記予備乾燥工程では、前記ガラス管内の懸濁液が、その自重による流動性がなくなるまで乾燥することを特徴とする請求項 1 に記載の発光管の製造方法。

【請求項 3】 前記予備乾燥工程でガラス管を傾斜させる角度は、前記ガラス管の旋回軸と垂直方向との間の角度が、45 度以上 150 度以下の範囲であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の発光管の製造方法。

【請求項 4】 前記ガラス管は、前記折り返し部から各端部までが前記旋回軸廻りを前記第 1 の方向に旋回する 2 重螺旋形状に形成されていることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の発光管の製造方法。

【請求項 5】 前記予備乾燥工程でガラス管を傾斜させる角度は、前記ガラス管の旋回軸と垂直方向との間の角度が、90 度以上 150 度以下の範囲であることを特徴とする請求項 4 に記載の発光管の製造方法。

【請求項 6】 前記懸濁液の粘度が、 $3.0 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s}$  以上  $5.0 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s}$  以下の範囲内であることを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の発光管の製造方法。

【請求項 7】 前記ガラス管の回転は、2 回転／分以上 20 回転／分以下の範囲内で行われることを特徴とする請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載の発光管の製造方法。

【請求項 8】 前記懸濁液を前記ガラス管内に注入する際のガラス管の外周

面における温度が、30℃以上60℃以下の範囲内であることを特徴とする請求項1～7のいずれか1項に記載の発光管の製造方法。

【請求項9】 前記予備乾燥工程の前に、ガラス管内に注入された懸濁液を重力により前記ガラス管の端部から滴下させる滴下工程が行われることを特徴とする請求項1～8のいずれか1項に記載の発光管の製造方法。

【請求項10】 前記滴下工程は、前記ガラス管を、前記旋回軸を回転軸として、2回転/分以上20回転/分以下の範囲内の回転速度で回転させていることを特徴とする請求項9に記載の発光管の製造方法。

【請求項11】 前記滴下工程におけるガラス管の回転は、前記ガラス管の端部から懸濁液が滴下し始めてから15秒以上60秒以下の範囲で行われることを特徴とする請求項10に記載の発光管の製造方法。

【請求項12】 前記滴下工程におけるガラス管の回転は、前記ガラス管を垂直方向に対して傾斜させて行われることを特徴とする請求項10又は11に記載の発光管の製造方法。

【請求項13】 前記滴下工程におけるガラス管の傾斜角度が5度以上90度以下の範囲内であることを特徴とする請求項12に記載の発光管の製造方法。

【請求項14】 前記懸濁液は、3波長用の蛍光体を含む水ベースであることを特徴とする請求項1～13のいずれか1項に記載の発光管の製造方法。

【請求項15】 前記懸濁液は、3波長用の蛍光体を含む酢酸ブチルベースであることを特徴とする請求項1～13のいずれか1項に記載の発光管の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、ガラス管を折り返して折り返し部を形成し、前記折り返し部から少なくとも一方の端部までが旋回軸廻りを第1の方向に旋回していると共に、前記ガラス管の内周面に蛍光層が形成された発光管の製造方法に関する。

##### 【0002】

**【従来の技術】**

省エネルギー時代を迎え、照明分野においても一般白熱電球を代替する光源として、ランプ効率が高く、しかも、長寿命な電球形蛍光ランプが提案されている。このような電球形蛍光ランプとして、発明者らは、ガラス管の略中央を折り返して、その両側が旋回軸廻りを旋回する 2 重螺旋形状に形成された発光管を利用することを検討している（特許文献 1、2）。

**【0 0 0 3】**

なお、2 重螺旋形状をした発光管の適用を検討する理由は、U 形状のガラス管を 3 本連結した、所謂 3 本 U 形に比べて、同じ容積内に収納した場合に 2 重螺旋形状にした方が放電路長を長くできるからである。

発光管を構成するガラス管の内周面には、蛍光層が形成されている。図 1 7 は、2 重螺旋形状のガラス管 5 0 9 の内周面に蛍光層を形成する方法を示す図である。以下、同図を用いて、従来の蛍光層の形成方法について説明する。

**【0 0 0 4】**

先ず、2 重螺旋形状のガラス管 5 0 9 を、同図の（a）に示すように、その一方の端面が上向きとなるように配置し、その端部 5 9 1 から蛍光層用の懸濁液を注入する。

懸濁液の注入が終了すると、図 1 7 の（b）に示すように、その端部 5 9 1 が上となるようにガラス管 5 0 9 を立設させ、この内部に注入された懸濁液を折り返し部 5 9 2 側へと流下させる。このとき、立設状態のガラス管 5 0 9 を軽く揺らすことにより、内周面の全体に懸濁液を塗布しながら懸濁液を早く折り返し部 5 9 2 へと到達させることができる。

**【0 0 0 5】**

次に、懸濁液が折り返し部 5 9 2 側に流下すると、図 1 7 の（c）に示すように、ガラス管 5 0 9 をその上下が逆になるように反転させて、ガラス管 5 0 9 内の懸濁液を自重により滴下させる。ガラス管 5 0 9 内の懸濁液の滴下が略終わると、同様にガラス管 5 0 9 の他方の端面が上向きとなるように配置し、懸濁液を他方の端部から注入して、再び上述のように立設させたガラス管 5 0 9 から滴下させる（図 1 7 の（a）、（b）、（c））。

## 【0006】

このようにして、両方の端部591から注入された懸濁液を滴下させると、図17の(d)に示すように、ガラス管509の姿勢を立設状態にしたままで、100℃の雰囲気にと共に、ガラス管509の端部591から温風を吹き込み、ガラス管509の内周面に塗布された懸濁液の流動性がなくなるまで予備乾燥を行う。そして、最後に45℃の乾燥炉内で8分間乾燥して、図17の(e)に示すように、懸濁液を本乾燥させる。これによりガラス管509の内周面に蛍光層が形成される。

## 【0007】

## 【特許文献1】

特開平8-339780号公報

## 【0008】

## 【特許文献2】

特開平9-17378号公報

## 【0009】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の方法は、2重螺旋形状のガラス管509を立設させた状態で、ガラス管509内の懸濁液を滴下させた後乾燥させている。このため、懸濁液は、ガラス管509が旋回している部分において、その横断面の上側の周面から懸濁液が下側の周面へと流下する。これにより、ガラス管509の横断面において、上側の周面に形成された蛍光層は薄く、逆に下側の周面に形成された蛍光層は厚くなってしまふ（蛍光層が厚く形成された部分を、以下「厚塗部」という。）。

## 【0010】

図18は、上記従来の製造方法で製造した発光管を用いたランプを点灯させたときの図である。従来の発光管を用いたランプでは、蛍光層で励起された可視光が厚塗部を透過できないために、他の部分に比べて暗く、図18におけるハッチングで示す帯状の陰のように見えるのである。これは、発光管を覆うグローブが設けられるランプでは、発光管が外から見えないため何ら問題はないが、グロー

ブを備えていないランプでは、上述の暗くなっている部分が見えるため、意匠上好ましくない。

#### 【0011】

本発明は、上記のような問題点を鑑みてなされたものであって、発光管を構成するガラス管の内周面の蛍光層の厚みムラを小さくすることができる発光管の製造方法を提供することを目的とする。

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明に係る製造方法は、ガラス管を折り返して折り返し部を形成し、前記折り返し部から少なくとも一方の端部までが旋回軸廻りを第1の方向に旋回していると共に、前記ガラス管の内周面に蛍光層が形成された発光管の製造方法であって、前記蛍光層の形成工程は、蛍光層用の懸濁液が塗布されたガラス管を、その前記旋回軸を垂直方向に対して傾斜させた状態で前記第1の方向と逆の第2の方向に回転させながら乾燥する予備乾燥工程を含むことを特徴としている。

#### 【0013】

この方法によると、ガラス管内の懸濁液がガラス管の内周面における一定箇所に残留するのを防ぐことができる。このため、蛍光層の厚みムラを減少させることができる。

ここで、「ガラス管を傾斜させた状態」とは、ガラス管を1種類の角度で傾斜させた状態だけでなく、複数種類の角度で傾斜させた状態も含む概念である。また、「回転させる」とは、ガラス管を1種類の回転速度で回転させた場合だけでなく、複数種類の回転速度で回転させた場合も含む概念である。

#### 【0014】

また、前記予備乾燥工程では、前記ガラス管内の懸濁液が、その自重による流動性がなくなるまで乾燥することを特徴としている。この方法によれば、懸濁液の流動性がなくなるまで回転させることになり、懸濁液を移動させながら乾燥できる。

これにより、懸濁液が一定箇所に溜まるような状態を防ぐことができ、蛍光層



の厚みムラを小さくできる。

#### 【0015】

特に、前記予備乾燥工程でガラス管を傾斜させる角度は、前記ガラス管の旋回軸と垂直方向との間の角度が、45度以上150度以下の範囲であることを特徴としている。

この範囲の角度にガラス管を傾斜させて、回転させると、ガラス管内の懸濁液の移動範囲が広くなり、蛍光層の厚みムラを小さくできる。

#### 【0016】

一方、前記ガラス管は、前記折り返し部から各端部までが前記旋回軸廻りを前記第1の方向に回転する2重螺旋形状に形成されていることを特徴としている。

このため、ガラス管を第1の方向と反対方向に回転させることにより、2重螺旋形状のガラス管内に懸濁液をムラなく塗布できる。

また、前記予備乾燥工程でガラス管を傾斜させる角度は、前記ガラス管の旋回軸と垂直方向との間の角度が、90度以上150度以下の範囲であることを特徴としている。

#### 【0017】

この範囲の角度にガラス管を傾斜させると、ガラス管内の懸濁液が折り返し部まで流れ、折り返し部における蛍光層の厚みムラを小さくできる。

さらに、前記懸濁液の粘度が、 $3.0 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以上 $5.0 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下の範囲内であることを特徴としている。

この範囲内の粘度の懸濁液を用いると、ガラス管を傾斜させて回転させると、ガラス管内の懸濁液の移動範囲が広くなり、蛍光層の厚みムラを小さくできる。

#### 【0018】

しかも、前記ガラス管の回転は、2回転/分以上20回転/分以下の範囲内で行われることを特徴としている。

この範囲内の速度でガラス管を回転させると、ガラス管内の懸濁液のスムーズに移動して懸濁液の塗布範囲が広くなり、蛍光層の厚みムラを小さくできる。

また、前記懸濁液を前記ガラス管内に注入する際のガラス管の外周面における温度が、30℃以上60℃以下の範囲内であることを特徴としている。

**【0019】**

この範囲内の温度にガラス管の外周温度をすると、ガラス管の内周面と懸濁液との濡れ性が向上する。

一方、前記予備乾燥工程の前に、ガラス管内に注入された懸濁液を重力により前記ガラス管の端部から滴下させる滴下工程が行われることを特徴としている。

特に、前記滴下工程は、前記ガラス管を、前記旋回軸を回転軸として、2回転／分以上20回転／分以下の範囲内の回転速度で回転させていることを特徴としている。

**【0020】**

これによれば、ガラス管内に注入された懸濁液を効率良く排出することができる。

さらに、前記滴下工程におけるガラス管の回転は、前記ガラス管の端部から懸濁液が滴下し始めてから15秒以上60秒以下の範囲で行われることを特徴としている。

**【0021】**

これによれば、ガラス管内に注入された懸濁液を効率良く排出することができる。

しかも、前記滴下工程におけるガラス管の回転は、前記ガラス管を垂直方向に対して傾斜させて行われることを特徴とし、さらに、前記滴下工程におけるガラス管の傾斜角度が5度以上90度以下の範囲内であることを特徴としている。

**【0022】**

これによれば、懸濁液をガラス管の内周面を広い範囲で塗布しながら排出させることができる。

一方、前記懸濁液は、3波長用の蛍光体を含む水ベースであることを特徴とし、或いは、前記懸濁液は、3波長用の蛍光体を含む酢酸ブチルベースであることを特徴としている。

**【0023】****【発明の実施の形態】**

以下、本発明に係る電球形蛍光ランプの実施の形態について、図面を参照しな

がら説明する。

#### <第1の実施の形態>

図1は、本実施の形態に係る電球形蛍光ランプの断面を示す正面図である。この電球形蛍光ランプ1（以下、単に「ランプ1」という）は、白熱電球60Wの代替用である12W品種である。なお、60W用の白熱電球の大きさは、最大外径が略60mm、全長が略110mmである。

#### 【0024】

ランプ1は、同図に示すように、2重螺旋形状の発光管2と、この発光管2を点灯させるための電子安定器3と、電子安定器3を収納し且つ口金5を有するケース4とを備えている。

図2は、発光管の一部を切り欠いた構造を示す正面図である。

発光管2は、図1及び図2に示すように、ガラス管9を湾曲させて2重螺旋形状に形成されている。このガラス管9は、その略中央の折り返し部92で折り返され、その両側が回転軸A廻りをS向き（図2参照）に回転している。

#### 【0025】

ガラス管9は、例えば、バリウム・ストロンチウムシリケートガラス等の軟質ガラスが用いられている。また、このガラス管9は、その管内径 $\phi i$ が略7.4mm、管外径 $\phi o$ が略9.0mmで、折り返し部92から各端部91a、91bにかけての回転数が、折り返し部92の両側をあわせて略4.5周となっている。

#### 【0026】

なお、ガラス管9の管内径 $\phi i$ は、5mm以上9mm以下が好ましい。これは、管内径 $\phi i$ が5mm未満になるとガラス管9内に後述の電極の設置が難しくなり、また、管内径 $\phi i$ が9mmより大きくなると発光管2が大きくなり、従来の白熱電球60Wよりも大きくなるからである。

折り返し部92から端部91a、91bまでの旋回部における隣合うガラス管のピッチ $P_{2t}$ は20mmであり、また、回転軸A方向に隣合うガラス管のピッチ $P_{1t}$ は、10mmである（図1参照）。従って、回転軸A方向に隣合うガラス管の間隔は略1mmである。この間隔は3mm以下が好ましい。これは、間隔が3

mmより大きくなると、発光管2の全長が長くなると共に、隣合うガラス管が離れるため輝度ムラを生じるからである。

#### 【0027】

図1及び図2に示す発光管2の下端部（以下、この下端部を「先端部」ということもある。）はランプ1を点灯させた時にガラス管9の管壁の温度が最も低い箇所、つまり最冷点箇所となっており、この最冷点箇所に、下方（回転軸方向で口金5と反対側）へ突出する凸部93が形成されている。なお、2重螺旋形状の発光管2の全長（折り返し部から電極封着部側の端部までの寸法）は略65mmであり、最大外径Daが略36.5mmである。

#### 【0028】

また、上述の発光管2の端部91a、91bには、電極7、8が封着されており、この電極7、8には、例えば、タングステン製のコイル電極が用いられている。コイル電極は、図2に示すように、ビーズガラス72により仮止めされた一対のリード線により支持（所謂、ビーズガラスマウント方式である。）され、リード線は、発光管2の端部からそれぞれ導出されていると共に電子安定器3にも接続されている。なお、電極8の詳細及び電極8側の端部91aは図示していないが、電極7と同様にリード線により支持され、且つ電極7側の端部91bと同様な構造を有している。

#### 【0029】

ガラス管9の一方の端部（ここでは、91b）には、図2に示すように、ガラス管9の内部を排気するための排気管94が電極7の装着時に併せて取着されている。なお、発光管2内における電極間距離は略400mmである。

発光管2の内面、つまりガラス管9の内面には、図2に示すように、希土類の蛍光層95が形成されている。この蛍光層95は、三波長用、つまり赤、緑、青発光の3種類の蛍光体を混合したものを用いて形成されている。なお、図示を省略しているが、実際には、ガラス管9の内周面と蛍光層95との間には、酸化アルミニウム（ $Al_2O_3$ ）の薄膜層が形成されており、ガラス管9から析出するナトリウムイオンと水銀原子とが反応してアマルガムが形成されるのを防止している。

**【0 0 3 0】**

また、ガラス管 9 の内部には、水銀が単体形態で略 5 m g 封入され、また緩衝ガスとしてアルゴンガスが 6 0 0 P a で封入されている。これらの水銀、アルゴンガスが排気管 9 4 を介して封入され、その後に排気管 9 4 がチップオフ方式により封止される。ここで、発光管 2 内に封入される水銀は、単体形態でなくても良いが、発光管 2 の発光動作時における水銀蒸気圧が略水銀単体の蒸気圧の値を呈する必要がある。このようなものとしては、例えば、亜鉛水銀がある。

**【0 0 3 1】**

上記の発光管 2 は、図 1 に示すように、ガラス管 9 の端部 9 1 a、9 1 b がホルダー 4 1 内に挿入されて、例えばシリコン等の接着剤 4 2 によりホルダー 4 1 に固着されている。このホルダー 4 1 の裏側（口金 5 側）には基板 3 1 が装着されており、この基板 3 1 に発光管 2 を点灯させるための複数の電気部品 3 2、3 3、3 4 が取り付けられている。なお、これらの電気部品 3 2、3 3、3 4 により電子安定器 3 が構成され、この電子安定器 3 は、所謂、シリーズインバータ方式によるもので、その回路効率が 9 1 % である。

**【0 0 3 2】**

ケース 4 は、合成樹脂製であって、図 1 に示すように、下拡がりの筒状をしている。発光管 2 及び基板 3 1 が装着されたホルダー 4 1 は、電子安定器 3 が奥側となるようにケース 4 内に挿入された状態で、ホルダー 4 1 の外周がケース 4 の内周に接着剤 6 1 により固着されている。ケース 4 の上部、つまり開口部と反対側には、E 2 6 用の口金 5 が装着されている。

**【0 0 3 3】**

なお、口金 5 と電子安定器 3 とは、リード線 5 1 を介して電氣的に接続されている。また、ランプ 1 の全長 L 1 は、1 0 4 m m である（図 1 参照）。

**2. 発光管の製造方法について**

次に発光管 2 の製造方法を説明する。図 3 及び図 4 は、ガラス管を 2 重螺旋形状に形成する工程を説明する図であり、図 5 は、ガラス管内に蛍光層を形成する工程を説明する図である。なお、以下の説明では、直管状のガラス管を 2 重螺旋形状に形成し、そのガラス管内に蛍光層を形成する工程までを説明し、この後に行

われる、電極の封着、希ガス、水銀等の封入等の工程については、従来と同じ方法であり、その説明は省略する。

#### 【0034】

(1) 発光管の成形について

ア. ガラス管の軟化工程

まず、図3の(a)に示すような直管状のガラス管110を用意する。このガラス管110は、その横断面形状が略円形状であり、管内径が略7.4mm、管外径が略9.0mmである。そして、この直管状のガラス管110の中間部(少なくとも螺旋形状に湾曲させる部分を含む)を、図3の(a)に示すように、電気或いはガス等の加熱炉120内にセットし、ガラス管110の温度が軟化点以上になるまで加熱して、ガラス管110の中間部を軟化させる。

#### 【0035】

イ. ガラス管の巻き付け工程

軟化したガラス管110を加熱炉120から出して、図3の(b)に示すように、ガラス管110の略中央114を成形治具130(材質:ステンレス)の頂部に位置合わせして、この成形治具130を図外の駆動装置によりB方向に回転させながらC方向へ移動させる。

#### 【0036】

これにより軟化したガラス管110は成形治具130に巻き付けられる。なお、ガラス管110の略中央114は折り返し部115となり、成形治具130の外周面に形成されている螺旋形状の溝部131に沿って旋回する部分が旋回部となる。

ガラス管110を成形治具130に巻き付ける作業中は、ガラス管110が潰れないように、つまりガラス管110の横断面形状がそのまま保持できるように圧力制御された窒素などのガスがガラス管110内に0.4kg/cm<sup>2</sup>で吹き込まれている。

#### 【0037】

そして、軟化状態にあったガラス管110の温度が低下して硬化状態に戻ると、成形治具130をガラス管110の巻き付け時と反対方向(図3の(b)にお

けるB方向と反対方向)に回転させて、成形治具130から2重螺旋形状に形成されたガラス管110を取り外す(図3の(c))。

#### ウ. 凸部の形成工程

上記のようにして2重螺旋形状に湾曲形成されたガラス管110の先端部115を、図4の(a)に示すように、例えば、ガスバーナーで局所的に加熱する。そして、加熱部分が軟化すると、図4の(b)に示すように、この軟化部分を覆うように凸部成形治具140を被せる。この凸部成形治具140は、所望の凸部に対応する凹入部142が形成されている。

#### 【0038】

この凸部成形治具を、膨出させる部分の中心と凹入部142の中心とが略一致するようにガラス管110の先端部115を覆うように被せると、ガラス管110の両端部から圧力制御されたガス、ここでは、窒素ガスをガラス管110内に吹き込んで、軟化状態にあるガラス管110の先端部115を凸部成形治具140の凹入部142の内周壁へ向けて膨出させる。

#### 【0039】

そして、ガラス管110の先端部115を膨出させると、ガラス管110の先端部115の温度が低下するのを待って、凸部成形治具140を取り外す。これによって、ガラス管110の元の先端部115に半球状の凸部116が形成される(図4の(c)参照)。

このようにして凸部116が形成されたガラス管110の両端部を所定の位置で切断する。このように形成された2重螺旋形状のガラス管の符号を、直管状又は、巻き付け工程中のガラス管110と区別するために、新たに「100」の符号を用いて表すことにする。

#### 【0040】

#### (2) 蛍光層の形成について

##### ア. 注入工程

この工程では、ガラス管100内に懸濁液を注入する。上記のようにして製造された発光管2用のガラス管100の内周面に蛍光層を形成する方法を、図5を用いて説明する。

## 【0041】

まず、使用する蛍光体は、三波長域用で、赤、緑、青発光の3種類を用い、これらを含んだ懸濁液を調製する。本実施の形態の蛍光体は、赤色にユーロピウム不活酸化イットリウム ( $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ ) を、緑色にセリウム・テルビウム不活りん酸ランタン ( $\text{LaPO}_4:\text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$ ) を、また青色にユーロピウム不活バリウムマグネシウムアルミネート ( $\text{BaMg}_2\text{Al}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$ ) をそれぞれ用いた。

## 【0042】

ここで、懸濁液として水ベースのものを用い、上述の蛍光体以外に、増粘剤にポリエチレンオキサイド1～3wt%を、結着剤に酸化ランタン・アルミニウム2wt%を、その他として界面活性剤をそれぞれ添加した。なお、懸濁液の粘度は、 $4.1 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s}$  程度となるように調製されている。

なお、懸濁液は、水ベース以外に、例えば、酢酸ブチルベースのものを使用しても良い。この酢酸ブチルベースを用いる場合は、増粘剤用のニトロセルローズ1～3wt%と、結着剤用のホウ・リン酸カルシウム・バリウム2wt%と、界面活性剤とを添加して、その粘度が略  $4.1 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s}$  となるように調製する。

## 【0043】

次に、2重螺旋形状のガラス管100の折り返し部105が下であって、ガラス管100の旋回軸A（以下、この旋回軸Aを単に「ガラス管100の旋回軸A」という。）と垂直軸Vとの間の角度が135度となるようにガラス管100を傾斜させる。なお、垂直軸Vは、垂直方向でもある。

そして、ガラス管110の一方の端部101の端面が上向きとなるように、ガラス管110を回転させて位置合せし、図5の(a)に示すように、上向きとなった端部101の開口から懸濁液を、例えば、略20cc注入する。なお、懸濁液の注入は、例えば、注入ノズル（図示省略）を利用している。

## 【0044】

なお、ガラス管100の傾斜角度を135度としているのは、この傾斜角度でガラス管100の端部101の端面がちょうど上を向き、懸濁液の注入が容易に



なるからである。

#### イ. 濡れ塗布工程

この工程では、ガラス管 100 の内周面の全体に亘って懸濁液を濡らせて塗布する。上記の注入工程で注入された懸濁液は、螺旋形状に湾曲するガラス管 100 内を折り返し部 105 に向かって流下していく。20cc の懸濁液の注入が完了すると、注入した懸濁液が端部 101 から逆戻りしないように、ガラス管 100 の端部 101 の位置が折り返し部 105 よりも上となるように設置する。本実施の形態では、例えば、図 5 の (b) に示すように、折り返し部 105 が下となるようにガラス管 100 を立設状態としている。つまり、ガラス管 100 の旋回軸 A を垂直軸 V と略平行にしている。

#### 【0045】

これにより、注入された懸濁液が、ガラス管 100 の内周面との濡れ性を向上させながら、ガラス管 100 の内面に沿ってスムーズに折り返し部 105 にまで流れる。なお、立設状態のガラス管 100 を軽く揺らすことにより、懸濁液を早く折り返し部 105 へと到達させることができる。従って、ガラス管 100 を立設させた状態で、連続的或いは断続的にガラス管に振動を与えても良い。

#### 【0046】

また、懸濁液の粘度は、ガラス管 100 内をその横断面の全面に跨って流下するように調製されている。従って、懸濁液が、ガラス管 100 の一方の端部 101 から注入され、折り返し部 105 へと到達すれば、ガラス管 100 における一方の端部 101 から折り返し部 105 までの部分、つまり、2重螺旋形状に形成されているガラス管 100 の略半分の塗布が行われたことになる。このとき、懸濁液は、ガラス管 100 の一方の端部から注入し、他方の端部の開口は開放されているので、スムーズにガラス管 100 内を流動する。

#### 【0047】

なお、懸濁液の粘度は、略  $4.1 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s}$  に調製されているが、 $3.0 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s}$  以上  $5.0 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s}$  の範囲であれば良い。これは、粘度が  $3.0 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s}$  未満だと、注入された懸濁液がガラス管 100 内の一部分を流れるだけで、ガラス管 100 の横断面における全周に亘って懸濁液

が塗布されないためであり、逆に、粘度が $5.0 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s}$ より高いと、ガラス管 1 0 0 の内周面の全面に懸濁液を塗布できるが、懸濁液が折り返し部まで流下しない、或いは流下するのに時間がかかり、生産効率が著しく悪くなるからである。

#### 【 0 0 4 8 】

なお、本工程は、ガラス管 1 0 0 の温度を $25^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ となるようにしている。これは、ガラス管 1 0 0 の温度が高いと、懸濁液の粘度が低下して懸濁液の流動性が良くなってガラス管 1 0 0 の内周壁に塗布する懸濁液の塗布量の管理が難しく、逆に、ガラス管 1 0 0 の温度が低いと、懸濁液の粘度が高く流動性が悪く、濡れ性も悪くなるからである。

#### 【 0 0 4 9 】

##### ウ．滴下工程

この工程では、ガラス管 1 0 0 内に注入された余剰の懸濁液を端部 1 0 1 から滴下させる。上記の濡れ塗布工程で立設状態のガラス管 1 0 0 内を流下する懸濁液の先端が折り返し部 1 0 5 にまで達すると、図 5 の (c) に示すように、ガラス管 1 0 0 の折り返し部 1 0 5 が上となるように、ガラス管 1 0 0 の旋回軸 A が垂直軸 V に対して $45^{\circ}$ の角度までガラス管 1 0 0 を反転させる。そして、ガラス管 1 0 0 をその傾斜した状態で旋回軸 A を回転軸として X 方向に略 3.5 回転／分の回転速度で回転させて、ガラス管 1 0 0 内の懸濁液を端部 1 0 1 から滴下（排出）させる。

#### 【 0 0 5 0 】

なお、回転方向は、ガラス管 1 0 0 の旋回部が旋回する方向であって、ガラス管 1 0 0 の端部 1 0 1 から折り返し部 1 0 5 に向かう方向（図 2 における S 方向と反対方向）である。この回転により、ガラス管 1 0 0 内の懸濁液に遠心力を作用させて、後述の予備乾燥工程で必要な量の懸濁液を残存させる。このとき、ガラス管 1 0 0 の一方の端部 1 0 1 から折り返し部 1 0 5 までの旋回部において、ガラス管 1 0 0 の横断面の外周側を塗布しながら流動する懸濁液を端部 1 0 1 から排出させることができる。

#### 【 0 0 5 1 】

また、ガラス管 100 の回転速度は、2 回転／分以上 20 回転／分以下の範囲であれば良い。これは、回転速度が 2 回転／分より遅いと、懸濁液の流出を抑えることができず、逆に、回転速度が 20 回転／分より速いと、遠心力のために懸濁液の流出が抑えられすぎて、懸濁液の排出に必要以上の時間がかかってしまうからである。

#### 【0052】

ここで、ガラス管 100 の旋回軸 A を垂直軸 V に対して傾斜させている理由は、懸濁液の流出を調節し懸濁液の塗布量の最適化を図るためである。また、この傾斜角度は、5 度以上 90 度以下であれば良い。これは、傾斜角度が、5 度より小さいと懸濁液の流出が早く塗布量が少なくなり、逆に、90 度より大きいと懸濁液の流出が遅くなり作業性が悪くなるからである。

#### 【0053】

最後に、濡れ塗布工程において折り返し部 105 が下に位置する状態から、折り返し部 105 が上側に位置するようにガラス管 100 を反転させてからの経過時間（以下、「滴下時間」という。）が、30 秒を経過すると、不必要な懸濁液の排出が終了したとみなす。この滴下時間は、15 秒以上 60 秒以下の範囲であれば良い。

#### 【0054】

滴下時間が、15 秒より短いと、懸濁液が十分に滴下されずガラス管 100 内に不要に残留し、逆に、60 秒より長くしても、ガラス管 100 内に残留する懸濁液の量は変わらず、生産効率が低下するからである。ここで、予備乾燥工程で必要とされる懸濁液の量は、0.5 cc ～ 2 cc であり、この量が残存するように、ガラス管 100 の回転速度、滴下時間が設定されている。

#### 【0055】

以上のようにして、ガラス管 100 の一方の端部 101 から注入された懸濁液の排出が終わると、他方の端部から懸濁液を 10 cc 注入して、上記の懸濁液の濡れ塗布工程、滴下工程を繰り返し実施して、ガラス管 100 の内周面全てに懸濁液を塗布する。

エ．予備乾燥工程

この工程は、ガラス管 100 の内周面に塗布された懸濁液の予備乾燥、さらに、ガラス管 100 内に残留する懸濁液を利用して、ガラス管 100 の内周壁に懸濁液を均一に塗布・乾燥するとともに、残った懸濁液の排出を行う。

#### 【0056】

上記の滴下工程により、ガラス管 100 の内周面に懸濁液が塗布されると、図 5 の (d) に示すように、100℃の雰囲気中で、ガラス管 100 の折り返し部 105 が下となるように、ガラス管 100 の旋回軸 A と垂直軸 V との間の角度が 100 度までガラス管 100 を傾斜させて、その状態でガラス管 100 をその旋回軸 A を中心軸として、略 3.5 回転/分の回転速度で Y 方向に連続回転させる。また、回転中のガラス管 100 内に、端部 101 から空気等の気体の吹き込みを交互に行っている。

#### 【0057】

ガラス管 100 内に吹き込む気体は、温風であって、その温度は 30℃以上 50℃以下の範囲内に設定されている。これは、30℃より低いと、乾燥時間が長くなり、逆に 50℃より高いと、ガラス管 100 内に残存する懸濁液が早期に乾燥してしまい、ガラス管 100 の内周面をその残存する懸濁液により均一に塗布できないからである。

#### 【0058】

このとき、ガラス管 100 を折り返し部 105 が下となるように傾斜させているので、ガラス管 100 内の懸濁液は、懸濁液を塗布しにくい折り返し部 105 へも流動させることができる。なお、折り返し部 105 へ懸濁液を流動させるには、ガラス管 100 を、その旋回軸 A と垂直軸 V との間の角度が 90 度以上となるように傾斜させれば良い。

#### 【0059】

ここで、ガラス管 100 を傾斜させて回転させたときの、ガラス管 100 内の懸濁液の流動について説明する。図 6 は、ガラス管 100 内の懸濁液の流動を模式的に示した図である。

図 6 の (a) に示すガラス管 100 は、図 5 の (d) に示すガラス管 100 を垂直方向に切断したものである。この図において下側に位置する各ガラス管 10

0 a の断面において下側に懸濁液 9 6 a が溜まっている様子を示している。

#### 【0060】

まず、図 6 の (b) は、図 6 の (a) における O-O 線におけるガラス管 1 0 0 断面を矢視方向からみた図である。この図において、ガラス管 1 0 0 の最下位 P A の位置に溜まった懸濁液 9 6 a が、ガラス管 1 0 0 の Y 方向への回転によりその内周面に付いて最上位の位置 P B に達すると共に、Y 方向と反対方向に懸濁液が流下する。

#### 【0061】

一方、上側に位置する各ガラス管 1 0 0 b の各断面において、図 6 の (a) に示すように、最上位の位置 P B に達した懸濁液 9 6 b は、ガラス管 1 0 0 の内周面に沿って上側から下方の Z 方向へと流れる。これにより、ガラス管 1 0 0 の各低い位置 P A では懸濁液 9 6 a が厚く残留していても、次の高い位置 P B で、高い位置 P B に達するまでに懸濁液が流下する方向（図 6 の (b) における Y 方向と反対方向）と異なる方向にも流下して薄くなる。

#### 【0062】

しかも、懸濁液の流下する方向が異なるので、懸濁液がガラス管 1 0 0 の内周面の異なる部分を上塗りするため、内周面に塗布される懸濁液の厚みが均一化される。そして、その均一化した状態で予備乾燥されるため、形成される蛍光層の厚みは均一化されるのである。

但し、上述したように、懸濁液が、各周の旋回部での高い位置で下方へと内周面に沿って流下するためには、高い位置まで懸濁液が残っている（図 6 の (a) とに示す状態になる）必要があり、そのために発明者らは、様々な実験を行い、懸濁液の粘度、ガラス管の回転速度等の条件を見出したのである。

#### 【0063】

さらに、ガラス管 1 0 0 が、旋回部が旋回する方向であって、端部 1 0 1 から折り返し部 1 0 5 に向かう方向（図 5 の (d) の Y 方向）に回転しているので、ガラス管 1 0 0 内に残った懸濁液は、ガラス管 1 0 0 内の 1 箇所に留まることがなく、折り返し部 1 0 5 から端部 1 0 1 側へとガラス管 1 0 0 の内周面を均一に塗布しながら端部 1 0 1 から順次排出される。

## 【0064】

なお、ガラス管100内の懸濁液を予備乾燥させる時間は、ガラス管100内に塗布された懸濁液の流動性がなくなるまでであり、本実施の形態では7分程度である。

また、ガラス管100の内周面に塗布された懸濁液及びガラス管100内に残留する懸濁液を予備乾燥させる際に、ガラス管100の外周面の温度が40℃以上50℃以下の範囲となるようにしておく。このようにガラス管100の外周面の温度を設定すると、懸濁液とガラス管100の内周面との濡れ性が良くなり、塗布されている懸濁液の厚みが均一になりやすいからである。

## 【0065】

なお、ガラス管100の外周面の温度は、30℃以上60℃以下の範囲であれば、ガラス管100の内周面と懸濁液との濡れ性を向上させることができる。なお、この温度の範囲内であれば、懸濁液に酢酸ブチルベースのものを使用しても良好な濡れ性が得られることを試験により確認している。

ガラス管100の外周面の温度が30℃より低いと、懸濁液の予備乾燥に長い時間がかかるため生産性が悪くなり、逆に60℃より高いと、ガラス管100の内周面に塗布された懸濁液が速やかに乾燥され、この乾燥した部分に、ガラス管100の回転により新たに流れてきた懸濁液により上塗りされて、直ちに乾燥されてしまうため、その部分に塗布される懸濁液が厚くなるのである。

## 【0066】

また、ガラス管100の端部101から40℃のガスを吹き込んでいるので、ガラス管100の内外面から懸濁液を乾燥できる。このため、ガラス管100の内周面に塗布された懸濁液の乾燥時間が短くなり、さらに、ガラス管100の内周面に塗布された懸濁液の厚みムラを小さくすることができる。

なお、吹き込むガスの温度は、30℃以上50℃以下の範囲が良い。これは、30℃よりも低いと懸濁液の乾燥が遅いために生産性が悪くなり、逆に50℃よりも高いと、このガスが懸濁液の表面に直接晒されるため、懸濁液上にガラス管100の回転により新しく懸濁液が塗られると、直ちに乾燥して帯状の厚塗部が形成されるからである。

## 【0067】

## オ. 本乾燥工程

この工程は、ガラス管 100 の内周面に塗布された懸濁液（この状態の懸濁液は内周面に略固定された状態で既に流動性はない）の本乾燥を行う。上記の予備乾燥工程を終了したガラス管 100 を、図 5 の（e）に示すように、折り返し部が上となるように立設させた状態で乾燥炉内において乾燥させる。

## 【0068】

このとき、乾燥がより効率良く行えるように、ガラス管 100 の両端部 101 から内部に温風を交互に流し込んでいる。乾燥炉 135 内の温度は、略 45℃ に設定されており、この乾燥炉 135 内にガラス管 100 を約 8 分間乾燥させる。これにより、ガラス管 100 の内周面に塗布した懸濁液の乾燥が終了すると共に、蛍光層が形成される。なお、温風の流し込みは、例えば、温風ノズルにより行なっており、この温風ノズルから流出する温風量は、6 l/min であり、その温度は 40℃ である。

## 【0069】

## 3. 発光管の外観について

上記製造方法（以下、「第 1 の製造方法」という。）で製造された発光管（以下、「第 1 の発明品」という。）について目視検査を行った結果、従来のような、ガラス管に見られた帯状に連続する厚塗部は観察されておらず、従来の方法で製造された発光管よりも蛍光層が均一に形成されたと推測できる。以下、第 1 の製造方法で蛍光層を形成した第 1 の発明品と、従来の方法で蛍光層を形成した発光管（以下、「従来品」という。）とを用いて、その蛍光層の単位面積当たりの質量（この質量のことを、「蛍光体の付着量」ということもある。）を測定して、その比較を行う。

## 【0070】

## （1）第 1 の発明品における蛍光体の付着量について

上記 2 の（2）で説明した第 1 の製造方法で製造された第 1 の発明品における蛍光体の付着量について測定した。測定位置は、図 7 に示すように、旋回軸 A を含む平面で発光管 2 を上下方向（ちょうど紙面に沿って）に切断し、その時の n

周目の旋回部におけるガラス管の横断面であってガラス管の中心を通り且つ旋回軸Aと直交する方向に対向する位置である。

【0071】

なお、測定位置の符号  $P_{na}$ 、 $P_{nb}$  の「n」は、折り返し部 92 からの周回（旋回）数であり、「a」は、ガラス管 9 の横断面における旋回軸 A と直交する方向、つまり発光管 2 の径方向の外側の測定位置を、「b」は、同じく発光管 2 の径方向の内側の測定位置をそれぞれ表している。

ここで蛍光層の厚みとして実際に測定しているのは、各測定位置における蛍光層の単位面積当たりの質量である。この質量は、蛍光層の厚みを示す基準となるものであり、以下、蛍光体の付着量又は厚みは、この蛍光層の単位面積当たりの質量をさすものとする。

【0072】

なお、蛍光体の付着量の測定位置をガラス管 9 の横断面における発光管 2 の径方向の内側・外側とした理由は、ガラス管 9 の旋回軸 A が垂直軸 V に対して 100 度傾斜するように、ガラス管 9 の旋回軸 A を略横方向に寝かせているため、懸濁液が受ける重力の方向が、ガラス管 9 の横断面において発光管 2 の径方向となるからである。各測定位置における蛍光層の厚みの測定結果を次の表 1 に示す。

【0073】

【表 1】

(単位:mg/cm<sup>2</sup>)

位置 n	内側 ( $P_{nb}$ )	外側 ( $P_{na}$ )
1	4.1	6.5
2	5.7	4.8
3	5.7	8.4
4	7.5	5.4



## 【0074】

表1の結果は、図7にも示すように、 $P_{na}$ 及び $P_{nb}$ のそれぞれは、旋回部における旋回方向に180度離れた2箇所の位置での測定結果を平均したものである。ガラス管9の内周面に形成された蛍光層の単位面積当たりの質量は、表1に示すように、 $4.1\text{ mg/cm}^2$ から $8.4\text{ mg/cm}^2$ となっている。

## (2) 従来の方法により製造された従来品の蛍光体の付着量について

蛍光層の単位面積当たりの質量の測定位置は、図8に示すように、旋回軸Aを含む平面で発光管502を上下方向（紙面に対して直交する方向）に切断し、その時のn周目の旋回部におけるガラス管の横断面であってガラス管の中心を通り且つ旋回軸方向に対向する位置である。

## 【0075】

なお、測定位置の符号 $P_{nc}$ 、 $P_{nd}$ の「n」は、第1の発明品と同じように、折り返し部592からの旋回数であり、「c」は、ガラス管509の横断面における旋回軸方向の頂部側の測定位置を現し、「d」は、同じく旋回軸方向の基部側、つまり折り返し部側と反対側の測定位置を現している。

各測定位置における蛍光層の厚みの測定結果を次の表2に示す。なお、ここで実際に測定しているのは、上述したように、各測定位置における蛍光層の単位面積当たりの質量である。

## 【0076】

【表 2】

(単位:mg/cm<sup>2</sup>)

<div style="display: inline-block; transform: rotate(-45deg);">位置 n</div>	頂部側 (Pnc)	基部側 (Pnd)
1	6.6	9.1
2	6.7	11.1
3	5.8	13.2
4	4.6	19.2

## 【0077】

各位置における蛍光体の付着量は、同表に示すように、4.6 mg/cm<sup>2</sup>から19.2 mg/cm<sup>2</sup>となっている。また、各周のガラス管509の横断面では、基部側が頂部側よりも大となっている。つまり、懸濁液がガラス管509の横断面における下部側に相当する部分に溜まり、その部分の蛍光層が厚くなっている。

## 【0078】

## (3) 第1の発明品と従来品との比較

第1の発明品は、蛍光体の付着量の範囲が4.1 mg/cm<sup>2</sup>から8.4 mg/cm<sup>2</sup>であり、その最大値と最小値との差が4.3 mg/cm<sup>2</sup>である。これに対して、従来品は、蛍光体の付着量の範囲が4.6 mg/cm<sup>2</sup>から19.2 mg/cm<sup>2</sup>であり、その最大値と最小値との差が14.6 mg/cm<sup>2</sup>である。

## 【0079】

この結果から明らかなように、蛍光体の付着量のバラツキは、第1の発明品の方が、従来品に対して大幅に改善され、従来品に対して蛍光層が略均一に形成されたと考えることができる。

しかも、従来品は、同じn数であれば、必ず基部側の方が厚くなっているが、第1の発明品では、内側と外側とで、一方が必ず厚くなるというような傾向もな

く、略均一な状態で蛍光層が形成されていることが分かる。

#### 【0080】

一方、従来品は、ガラス管509の端部に近い旋回部（ $n$ が4のとき）で、ガラス管509の下側部分に旋回方向に沿って連続する帯状の厚塗部が目視される。このことは、上記の従来品の $n$ が4の付着量の測定結果においても、その上下の測定位置（ $P_{nc}$ 、 $P_{nd}$ ）での付着量の差が大きく、しかも、必ず $P_{nd}$ が $P_{nc}$ よりも大きいことから、旋回軸A廻りを旋回するガラス管509に沿って連続する厚塗部が形成されることを数値的に裏付けている。

#### 【0081】

このことから、第1の発明品では、従来品のような厚塗部が実際に目視できないだけでなく、数値的にも蛍光層が略均一に形成されていることが分かる。

#### 4. 発光管の点灯時における外観

図9は、上記の第1の発明品を用いたランプを点灯させたときの発光管の外観図である。

#### 【0082】

第1の発明品を用いたランプ1を発光させると、同図に示すように、発光管2から均等な可視光が放射されている。これは、ガラス管9の内周面に蛍光層が略均一に形成されているためと考えられる。従って、第1の発明品では、ランプ1を点灯させたときに、従来のような厚塗部による影がなくなり、点灯中のランプ1の意匠性が向上すると言える。

#### 【0083】

#### 5. ランプの定格寿命時間について

第1の製造方法で製造した第1の発明品の発光管を用いたランプ1について定格寿命時間の測定を行った。この定格寿命時間は、ランプを点灯させて100時間経過後の光束に対して60%となる時間である。

ここで、ランプ1についての定格寿命時間の測定を実施した理由は、従来の技術の欄で説明した方法で蛍光層を形成したランプ（以下、「従来品」という。）においても、定格寿命時間の目標である6000時間を達成しているが、さらなるランプの長寿命化の要望があるからである。

## 【0084】

図10は、第1の発明品を用いたランプの光束維持特性を示す図である。図10では、懸濁液として、水ベース（図中hで示す）と酢酸ブチルベース（図中gで示す）との2種類を用いた結果を示すと共に、従来の方法についても懸濁液として、水ベース（図中aで示す）と酢酸ブチルベース（図中bで示す）との2種類を用いた結果を比較のために示している。

## 【0085】

なお、ランプ点灯時の条件を以下に示す。

印加電圧 . . . 交流100V（周波数：60Hz）

点灯時の温度 . . . 25℃

点灯条件 . . . 口金上点灯

第1の発明品を用いたランプ1は、懸濁液の種類に関係なく、何れも従来品（発光管）を用いたランプよりも光束維持率が改善されている。また、第1の発明品は、従来品における定格寿命時間の目標（6000時間）を大きく上回り、8000時間もクリアしている。

## 【0086】

さらに、第1の発明品は、点灯時間が4000時間以降で光束維持率の低下割合が小さくなっている。このことから、定格寿命時間は、従来品に比べて飛躍的に改善されたといえる。

第1の発明品の光束維持特性が、従来品に対して改善できた理由について、従来の技術で説明した、ガラス管の横断面において端部側の周面に形成されている蛍光層の厚みが、折り返し部側の周面に塗布されている蛍光層の厚みよりも厚いようなことをなくした、つまり蛍光層の厚みムラをなくしたことに起因する。

## 【0087】

すなわち、従来の蛍光層の形成方法は、図17に示すように、2重螺旋状のガラス管509をその折り返し部592が略上になるように設置して、その状態でガラス管509内に注入された懸濁液を滴下すると共に、その状態のままで予備乾燥を行っている。このため、ガラス管509内の懸濁液がその横断面において下側に相当する周面的一部分上を下側へと流れ、蛍光層が螺旋形状に旋回するガ

ラス管 509 の横断面の下側部分に厚く形成される。

#### 【0088】

この厚塗部は、ランプの外観からも見え、意匠性を悪くするだけでなく、懸濁液を塗布し乾燥した際に、蛍光層が厚いために乾燥した蛍光層内に水分や炭素などの不純物が残存する。そしてこの影響によりランプの点灯時間が長くなると、その部分が帯状の黒化として現れる。

なお、この現象は、回転数が 60W 品種よりも多い 100W 品種では、ガラス管の全長（折り返し部から端部までの距離）が長くなるため、蛍光層の厚さの不均一性がさらに顕著になり、光束維持特性がもっと低下すると言える。

#### 【0089】

これに対して、第 1 の発明品は、上述の蛍光層が略均等な厚さに塗布されているため、従来品のような、厚みムラに起因する黒化がなくなり、光束の減退が改善されたと考えられる。また、回転数が 60W 品種よりも多い 100W 品種において、ガラス管の全長（折り返し部から端部までの距離）が長くなっても、蛍光層が略均一な厚みに形成されるため、光束維持特性が改善できると考えられる。

#### 【0090】

##### <第 2 の実施の形態>

第 1 の実施の形態では、発光管の製造方法、特に発光管内に蛍光層を形成する際の滴下工程において、ガラス管 100 の回転軸 A を垂直軸 V に対して 45 度傾斜させ、また、予備乾燥工程では、ガラス管 100 の回転軸 A を垂直軸 V に対して 100 度傾斜させている。これに対し、本実施の形態では、第 1 の実施の形態における滴下工程及び予備乾燥工程におけるガラス管の傾斜角度を変えて発光管を製造している。それでは、その製造方法及び製造された発光管を用いたランプの性能について説明する。

#### 【0091】

##### 1. 蛍光層の形成方法について

図 11 は、第 2 の実施の形態における蛍光層の形成方法を説明する図である。以下、同図を用いて、2 重螺旋形状に湾曲成形されたガラス管 200 の内周面に蛍光層を形成する方法について説明する。なお、懸濁液をガラス管 200 内に注

入する注入工程、懸濁液をガラス管 200 の内周面に塗布する濡れ塗布工程、懸濁液を完全に乾燥させる本乾燥工程は、上記の第 1 の実施の形態と同様であるため、その説明は省略する。

#### 【0092】

##### (1) 滴下工程

濡れ塗布工程でガラス管 200 内を流下する懸濁液の先端がガラス管 200 の折り返し部 205 にまで達すると、図 11 の (c) に示すように、ガラス管 200 の折り返し部 205 が上となるように、ガラス管 200 の旋回軸 A が垂直軸 V に略平行になるまでガラス管 200 を反転させる。そして、ガラス管 200 をその反転させた状態で旋回軸 A を回転軸として X 方向に回転させて、ガラス管 200 内に注入された懸濁液を端部 201 から滴下（排出）させる。

#### 【0093】

なお、滴下工程でのガラス管 200 の回転方向及び回転速度は、第 1 の実施の形態と同じであり、またその理由も同じである。また、本実施の形態では、滴下時間は、20 秒から 40 秒の範囲内であれば良い。これは、第 1 の実施の形態に比べて時間が短くなっているが、この理由は、本実施の形態における滴下工程におけるガラス管 200 の方が、第 1 の実施の形態におけるガラス管 100 よりも垂直に設定されているため、懸濁液の流出時間が若干早いためである。

#### 【0094】

このようにして、ガラス管 200 の一方の端部 201 から注入された懸濁液を排出し終わると、再びガラス管 200 を図 11 の (a) に示すような姿勢にして、その他方の端部から懸濁液（10 cc）を注入して、上記の濡れ塗布工程、滴下工程を行って、ガラス管 200 における全ての内周面に懸濁液を塗布する。

##### (2) 予備乾燥工程

滴下工程により、ガラス管 200 の内周面に懸濁液が塗布されると、図 11 の (d) に示すように、100℃の雰囲気中で、ガラス管 200 の端部 201 が下となるように、ガラス管 200 の旋回軸 A と垂直軸 V との間の角度が 80 度となるまで傾斜させて、その状態でガラス管 200 をその旋回軸 A を中心軸として略 3.5 回転／分の速度で回転させる。このとき、回転中のガラス管 200 の一方

の端部 201 からその内部に空気等の気体の吹き込みを行っている。

#### 【0095】

このように、ガラス管 200 内の懸濁液を乾燥させる際に、ガラス管 200 の旋回軸 A を垂直軸 V に対して 80 度傾斜させた状態で回転させているので、第 1 の実施の形態と同様に、各週の旋回部での低い位置では懸濁液が厚く残留している、ガラス管 200 が回転して次の高い位置になると、懸濁液は下方へと内周面に沿って流下するため、内周面に塗布される懸濁液の厚みは均一化される。そして、その均一化した状態で予備乾燥されるため、均一化した蛍光層が形成されることになる。なお、ガラス管 200 の回転方向、回転速度、ガラス管 200 の外周面の温度、ガスの吹き込み等は、第 1 の実施の形態と同様である。

#### 【0096】

##### 2. 発光管の外観について

上記方法で製造された発光管（以下、「第 2 の発明品」という。）について、目視による外観検査を行った結果、従来品で見られたような厚塗部（図 18 におけるハッチング部）は観察されず、蛍光層が、第 1 の製造方法で製造された発光管と同様に、均一に形成されていると考えられる。

#### 【0097】

また、第 2 の発明品を用いたランプを点灯させたときの発光管の外観についても、第 1 の発明品を用いたランプと同様に、均等な光が発光管から放射されており、従来品を用いたランプで見られた厚塗部による影はなく、ランプ点灯時におけるランプの意匠性の向上が見られる。

##### 3. ランプの定格寿命時間について

図 12 は、第 2 の発明品を用いたランプの光束維持特性を示す図である。図 12 では、懸濁液として、水ベース（図中 f で示す）と酢酸ブチルベース（図中 e で示す）との 2 種類を用いた結果を示すと共に、従来の方法として水ベース（図中 a で示す）と酢酸ブチルベース（図中 b で示す）との 2 種類の懸濁液を用いた結果も併せて示している。なお、ランプ点灯時の条件は、第 1 の実施の形態で説明した通りである。

#### 【0098】

第2の製造方法を用いて蛍光層を形成したランプは、懸濁液の種類に関係なく、何れも従来の形成方法を用いたランプ（図中a、b）よりも光束維持率が改善されている。また、第2の発明品は、従来品における定格寿命時間の目標（6000時間）を大きく上回り、8000時間もクリアしていることが分かる。なお、このように光束維持特性が、従来品に対して改善できた理由について、第1の実施の形態で説明した通り、蛍光層の厚みムラが小さくなったためと考えられる。

#### 【0099】

##### <その他>

上記の各実施の形態は、予備乾燥工程において、ガラス管100、200を、その回転軸Aを垂直軸Vに対して110° 或いは80° と傾斜させた状態で、回転軸Aを中心軸として回転させているが、ここでは、ガラス管を、傾斜させずに回転のみさせて予備乾燥を行った場合について説明する。

#### 【0100】

予備乾燥工程以外は、第1の実施の形態で説明した第1の製造方法と同じである。また、予備乾燥工程では、ガラス管を傾斜させていない点だけが第1の製造方法と異なるので、ここでの説明は省略する。

次に、予備乾燥工程でガラス管を傾斜させずに蛍光層を形成した発光管を用いたランプについて各実施の形態で行った光束維持率を測定した。なお、この発光管には、帯状の厚塗部は、従来の塗布方法で蛍光層を形成したもの程は観察されなかったが、上述の第1の実施の形態における方法で形成したものよりは、幾分ははっきりと観察された。

#### 【0101】

図13は、上述の方法で製造された発光管を用いたランプの光束維持特性を示す図である。図13では、懸濁液として、水ベース（図中dで示す）と酢酸ブチルベース（図中cで示す）との2種類を用いた結果を示すと共に、従来の方法として水ベース（図中aで示す）と酢酸ブチルベース（図中bで示す）との2種類の懸濁液を用いた結果も併せて示している。なお、ランプ点灯時の条件は、第1の実施の形態で説明したとおりである。



**【0102】**

予備乾燥工程でガラス管を傾斜させずに蛍光層を形成した発光管を用いたランプは、懸濁液の種類に関係なく、何れも従来の塗布方法を用いたランプよりも光束維持率が改善されているが、上述の第1の発明品あるいは第2の発明品を用いたランプよりも劣っている。

ここで、ガラス管を、傾斜させずに旋回軸を回転中心として回転させたときの、ガラス管内の懸濁液の流動について説明する。図14は、ガラス管100内の懸濁液の流動を模式的に示した図である。

**【0103】**

図14に示すガラス管300は、折り返し部を上にした立設状態のガラス管を垂直方向に切断したものである。この図からも明らかなように、ガラス管300の横断面の下側に位置する部分に懸濁液396が溜まり、しかも、ガラス管300が傾斜していない状態では、ガラス管300をY方向に回転させても、ガラス管300内の懸濁液の溜まる位置は変化しない。このため、ガラス管300の横断面における下側に位置する部分に懸濁液が溜まったままで乾燥されるので、従来のように厚塗部が形成される。

**【0104】**

なお、ガラス管の回転速度を上げれば、ガラス管内の懸濁液は遠心力により外側に移動するが、その回転速度を維持したままでは、懸濁液が移動したそのガラス管の内周面の蛍光層が厚く形成され、結局従来と同じように厚塗り部ができてしまう。

また、ガラス管300を立設状態（傾斜させていない状態）で回転させることにより、ガラス管300内に溜まった懸濁液が強制的に排出されるため、従来品よりは蛍光層の厚みムラが若干改善され、図13に示すように、従来品よりも光束維持率が若干高くなったと考えられる。

**【0105】**

以上のことから、第1の製造方法あるいは第2の製造方法では、予備乾燥工程でガラス管100、200を、その旋回軸Aと垂直軸Vとの間の角度が100度、80度となるように傾斜させているため、ガラス管100、200の回転によ

り図6（角度が100度の場合）に示すように懸濁液を流動させることができるが、ガラス管を傾斜させずに予備乾燥を行う本方法では、懸濁液は流動するが、第1、第2の製造方法に比べると、その流動が少なくなってしまう。このため、蛍光層の厚みのムラが、従来品よりは小さくはなるが、第1の発明品或いは第2の発明品に比べて大きいなると考えられる。

#### 【0106】

従って、第1の製造方法、第2の製造方法及び本方法により製造した発光管を用いたランプによる光束維持特性から、予備乾燥工程でガラス管を回転だけさせれば、従来品を用いたランプに対して改善されるものの、その効果が少ないことがわかる。このため、本発明では、従来品に対して、より大きな効果を得るために、本発明では発光ガラス管の傾斜及び回転を行うことを特徴としている。

#### 【0107】

##### <変形例>

以上、本発明を各実施の形態に基づいて説明したが、本発明の内容が、上記の各実施の形態に示された具体例に限定されないことは勿論であり、例えば以下のような変形例を実施することができる。

##### (1) 蛍光層の形成について

##### ア. 乾燥工程について

上記の各実施の形態では、ガラス管の内周面に塗布された懸濁液の乾燥を、予備乾燥工程と本乾燥工程の2工程により実施しているが、これを1つの（乾燥）工程で行うようにしても良い。例えば、予備乾燥工程の時間を今の7分から15分程度に長くして本乾燥を行うようにしても良い。この場合、ガラス管の回転は、少なくともガラス管内の懸濁液が自重によって流動しなくなるまでは必要であり、これ以降は、ガラス管を回転させても良いし、回転させなくても良い。

#### 【0108】

##### イ. 予備乾燥時のガラス管の傾斜について

上記の各実施の形態では、予備乾燥時にガラス管を一種類の一定の角度（第1の実施の形態では100度、第2の実施の形態では80度）に傾斜させた状態で回転させている。しかしながら、本発明は、予備乾燥時にガラス管を傾斜させる

角度を2種類以上としても良い。例えば、回転開始時は、旋回軸と垂直軸との角度が100度で保持され、所定時間経過すると、旋回軸と垂直軸との角度を100度以外に変化させても良い。さらに、傾斜角度を所定の範囲内で連続的或いは断続的に変化させても良い。

#### 【0109】

ウ. 予備乾燥時のガラス管の回転について

上記の各実施の形態では、予備乾燥時にガラス管を一種類の一定の回転速度（3.5回転/分）で回転させている。しかしながら、本発明は、予備乾燥時にガラス管を回転させる速度を2種類以上としても良い。懸濁液は重力の影響で流下するが回転速度を上げて遠心力を懸濁液に作用させることで懸濁液の塗布位置を代えることができる。具体的には、回転開始時は、2回転/分の速度で保持され、所定時間経過すると、10回転/分の速度に変化させても良い。さらに、この速度の変化は、段階的、連続的に行っても良い。

#### 【0110】

エ. 予備乾燥時のガラス管の傾斜角度について

上記の第1の実施の形態及び第2の実施の形態では、予備乾燥工程においてガラス管の傾斜角度を、その旋回軸が垂直方向に対して100度或いは80度となるようにしているが、この傾斜角度は、旋回軸と垂直方向との角度が、45度以上150度以下の範囲であれば良い。以下、この範囲にする理由について説明する。

#### 【0111】

図15は、ガラス管を45度傾斜させて回転させたときの、ガラス管内の懸濁液の流動を模式的に示した図である。同図に示すガラス管350は、旋回軸を通る垂直方向に切断したものである。同図に示すように、ガラス管350の最下位PAの位置に溜まった懸濁液351が、ガラス管350のY方向の回転によりその内周面に付いて最上位の位置PBに達する。

#### 【0112】

そして、上側に位置する各ガラス管100bの各断面において懸濁液351が下方へと流下する。このとき、懸濁液351は、最上位の位置にPBに達するま

でに流下する方向だけでなく、旋回軸方向（図15において矢印で表示している）にも流下する。

これにより、ガラス管350の各低い位置PAでは、懸濁液351が多く残留する状態であっても、ガラス管350の回転により次の高い位置PBに達すると、この高い位置PBに達するまで懸濁液が流下する方向と異なる方向にも流下して薄くなる。このため、内周面に塗布される懸濁液351の厚みが均一化されるのである。従って、ガラス管は、各旋回部における高位の位置PBで、この高い位置PBに達するまで懸濁液が流下する方向と異なる方向にも流下するように、旋回軸を少しでも傾斜すれば、蛍光層の厚みムラは減少する傾向にある。しかし、厚みムラを減少させるという効果が大きく得られる角度は、上述したように、旋回軸と垂直方向との角度が45度以上150度以下の範囲である。

#### 【0113】

なお、このような現象は、旋回軸と垂直軸とが150度となるようにガラス管を傾斜させた場合も、懸濁液は同じように流動し、ガラス管の内周面に蛍光層を均一に形成できる。

#### （2）グローブについて

上記の各実施の形態におけるランプは、発光管を覆うグローブを備えていないが、このグローブを備えても良い。但し、点灯時の発光管の温度は、グローブを備えると、発光時の熱がグローブ内に溜まるため、グローブなしのランプよりも高くなる傾向にある。

#### 【0114】

図16は、発光管にグローブを被せたランプの一部を切り欠いた正面図である。このランプ401は、ホルダー441に取り付けられた発光管402を覆うグローブ406を備えている。

グローブ406は、その開口部側の端部がケース404に内挿され、グローブ406の開口部側の端部における外周がケース404の開口部側の端部における内周に接着剤461により固着されている。なお、ランプ401の最大外径Dは略55mmで、全長L2は略114mmである。

#### 【0115】

グローブ 406 は、白熱電球と同様に、装飾性に優れたガラス材からなり、その形状がなす状、所謂 A 形タイプをしている。グローブ 406 の内周には、発光管 2 から発せられた光を拡散させるための拡散膜（図示省略）が塗布されている。この拡散膜には、例えば、主成分が炭酸カルシウムの粉体が用いられている。

グローブ 406 の内周の下端部分には、発光管 402 からの発光時の熱をグローブ 406 に伝えるシリコン樹脂からなる熱伝導性媒体 415 が設けられている。そして、発光管 2 の凸部 493 が熱伝導性媒体 415 に埋込まれることにより、発光管 402 とグローブ 406 とが熱伝導性媒体 415 を介して熱的に結合されることになる。

#### 【0116】

##### (3) その他

本実施の形態では、白熱電球 60W 相当品について説明したが、当然白熱電球 40W 相当品、100W 相当品にも適用できる。また、本実施の形態では、2 重螺旋形状の発光管を電球形蛍光ランプに適用させているが、本発明における発光管を、例えば、電子安定器を備えないような蛍光ランプにも適用できることは言うまでもない。

#### 【0117】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係る発光管の製造方法によれば、ガラス管を折り返して折り返し部を形成し、前記折り返し部から少なくとも一方の端部までが旋回軸廻りを第 1 の方向に旋回していると共に、前記ガラス管の内周面に蛍光層が形成された発光管の製造方法であって、前記蛍光層の形成工程は、蛍光層用の懸濁液が塗布されたガラス管を、その前記旋回軸を垂直方向に対して傾斜させた状態で前記第 1 の方向と逆の第 2 の方向に回転させながら乾燥する予備乾燥工程を含んでいる。このため、ガラス管の内周面に蛍光層を略均一に形成することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

#### 【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態における電球形蛍光ランプの断面を示す正面図で

ある。

【図 2】

本発明の第 1 の実施の形態における発光管の一部を切り欠いた構成を示す正面図である。

【図 3】

本発明の第 1 の実施の形態における発光管の製造工程を示す図である。

【図 4】

第 1 の製造方法におけるガラス管を 2 重螺旋形状に形成する工程を示す図である。

【図 5】

第 1 の製造方法における 2 重螺旋形状のガラス管に凸部を形成する工程を示す図である。

【図 6】

第 1 の製造方法でガラス管の内周面に蛍光層を形成する場合におけるガラス管内の残留する懸濁液の流動の様子を示す模式図である。

【図 7】

第 1 の製造方法に製造した発光管の蛍光層の厚み測定位置を示す図である。

【図 8】

従来の製造方法で製造した発光管の蛍光層の厚み測定位置を示す図である。

【図 9】

第 1 の製造方法で製造した発光管を用いたランプを点灯させたときの状態を示す模式図である。

【図 10】

第 1 の製造方法で製造した発光管を用いたランプの光束維持率を示す図である。

【図 11】

第 2 の製造方法における蛍光層を形成する工程を示す図である。

【図 12】

第 2 の製造方法で製造した発光管を用いたランプの光束維持率を示す図である。

。

【図 13】

予備乾燥工程でガラス管を傾斜させずに回転させて蛍光層を形成した発光管を用いたランプの光束維持率を示す図である。

【図 14】

従来の方法で蛍光層を形成する場合におけるガラス管内の残留する懸濁液の流動の様子を示す模式図である。

【図 15】

ガラス管の旋回軸を垂直軸に対して 45 度傾斜させて蛍光層を形成する場合におけるガラス管内の残留する懸濁液の流動の様子を示す模式図である。

【図 16】

本発明の第 1 の実施の形態の変形例におけるランプを示す正面図である。

【図 17】

従来の製造方法においてガラス管内に蛍光層を形成する工程を示す図である。

【図 18】

従来の製造方法で製造した発光管を用いたランプを点灯させたときの状態を示す模式図である。

【符号の説明】

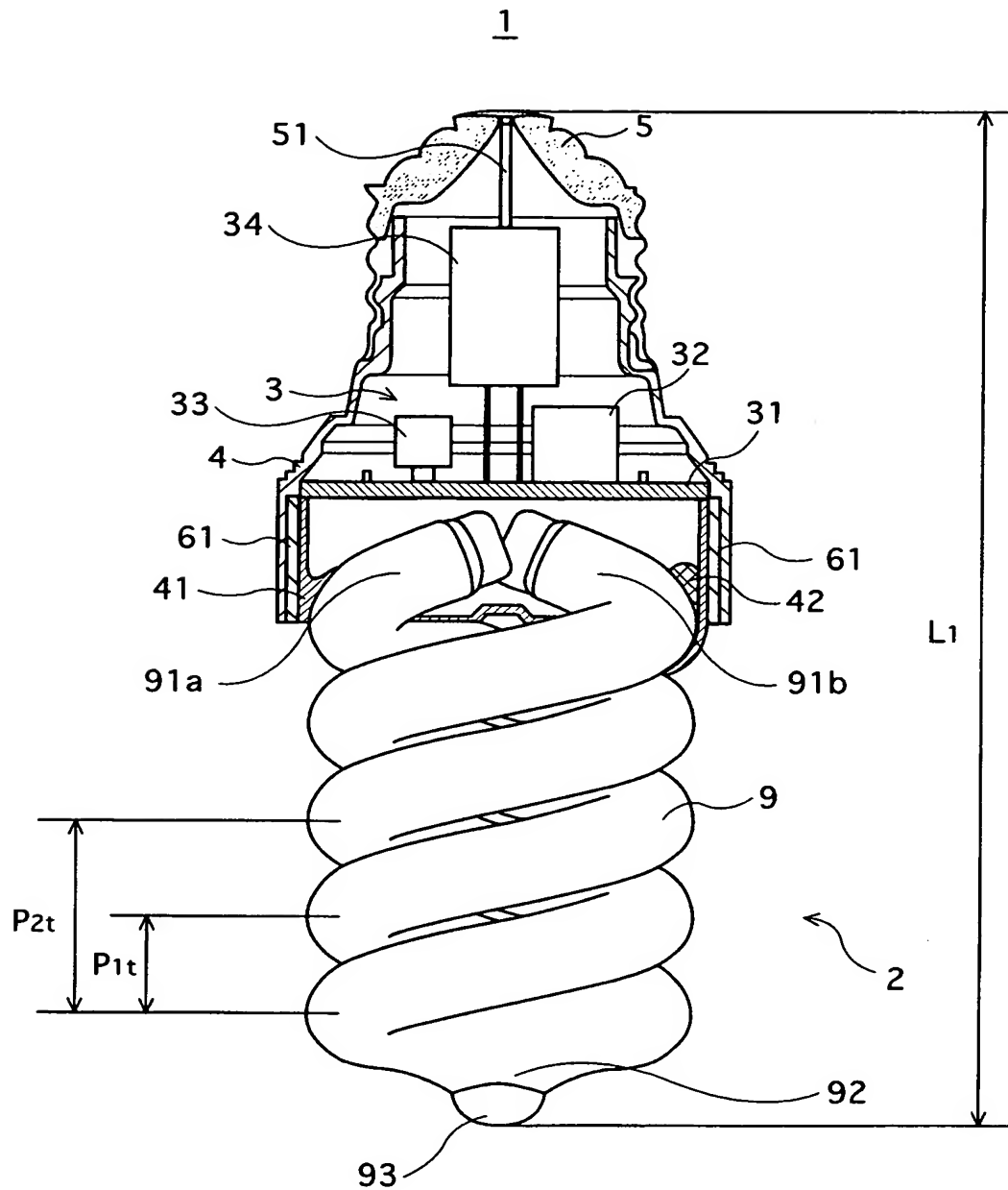
- 1 ランプ
- 2 発光管
- 4 ケース
- 5 口金
- 6 グローブ
- 7、8 電極
- 9 ガラス管
- 15 熱伝導性媒体
- 91a、91b 端部
- 93 凸部
- 95 蛍光層

A 回転軸

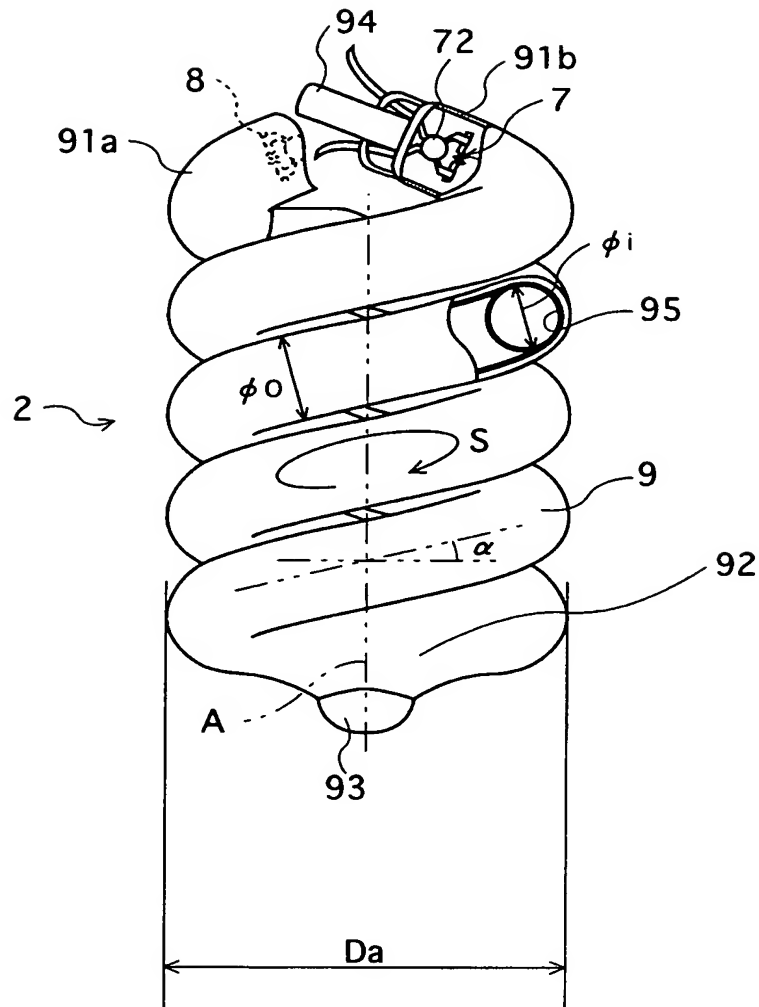


【書類名】 図面

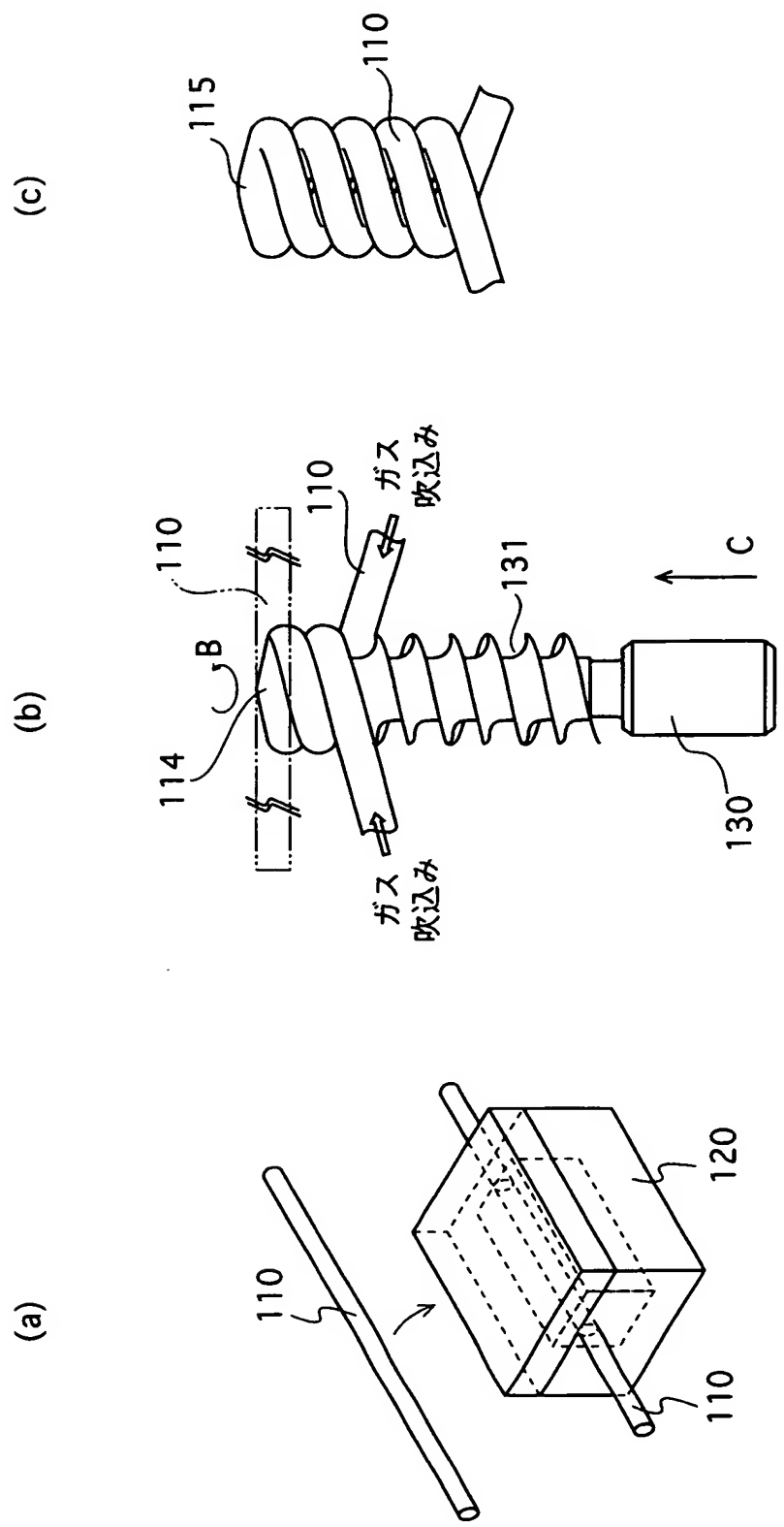
【図 1】



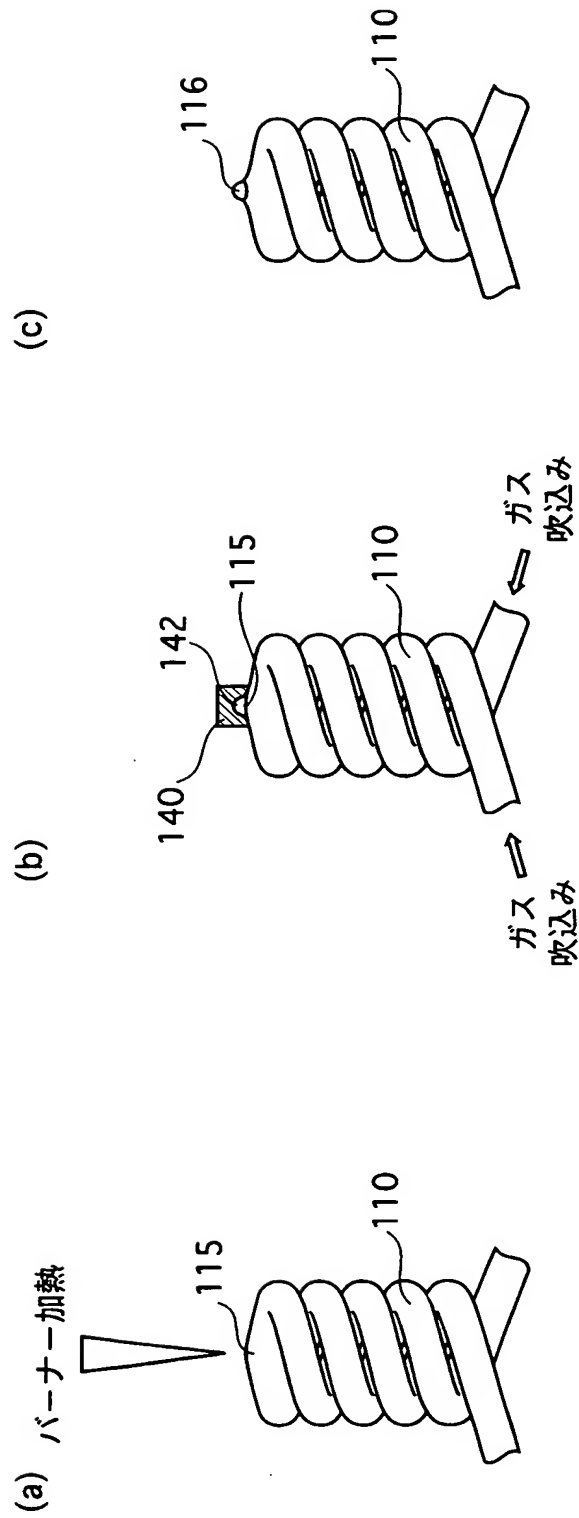
【図 2】



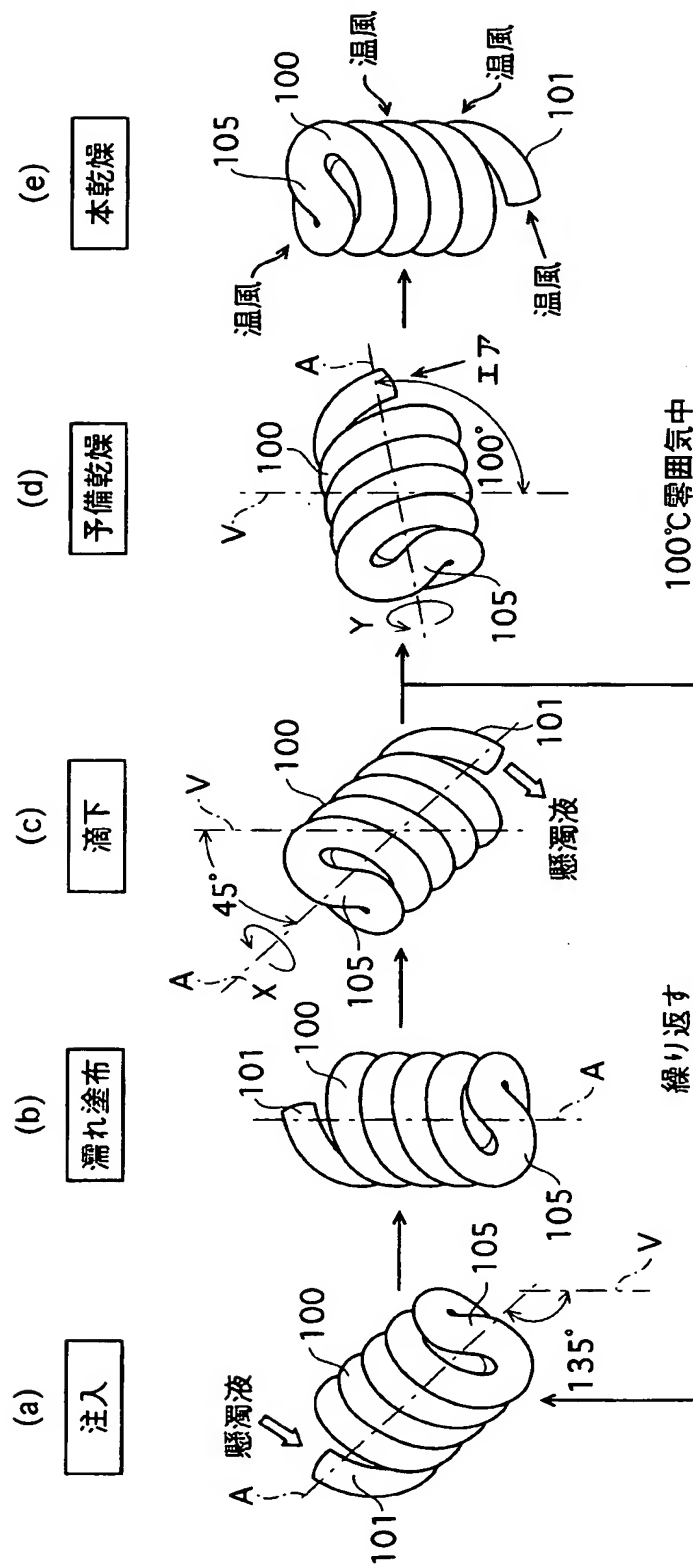
【図 3】



【図 4】

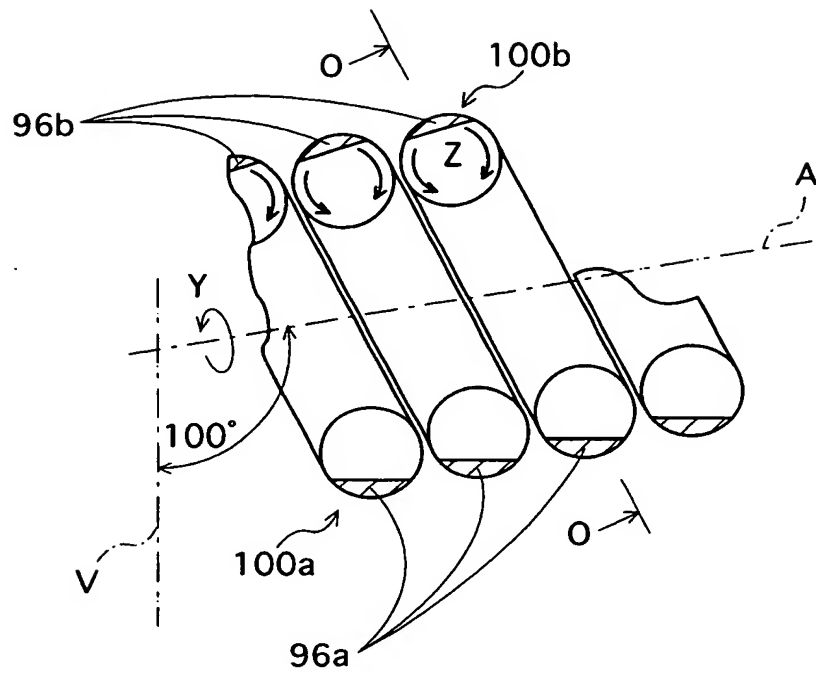


【図 5】

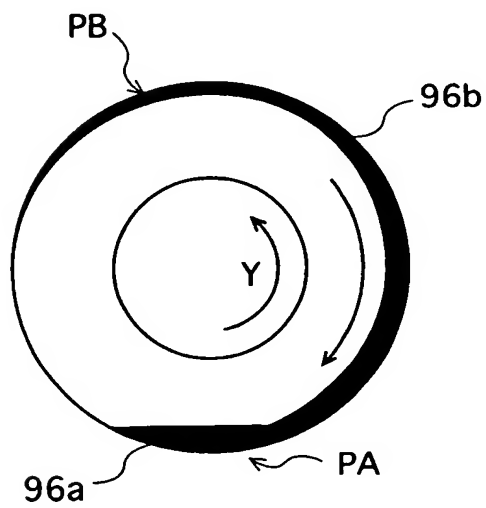


【図 6】

(a)

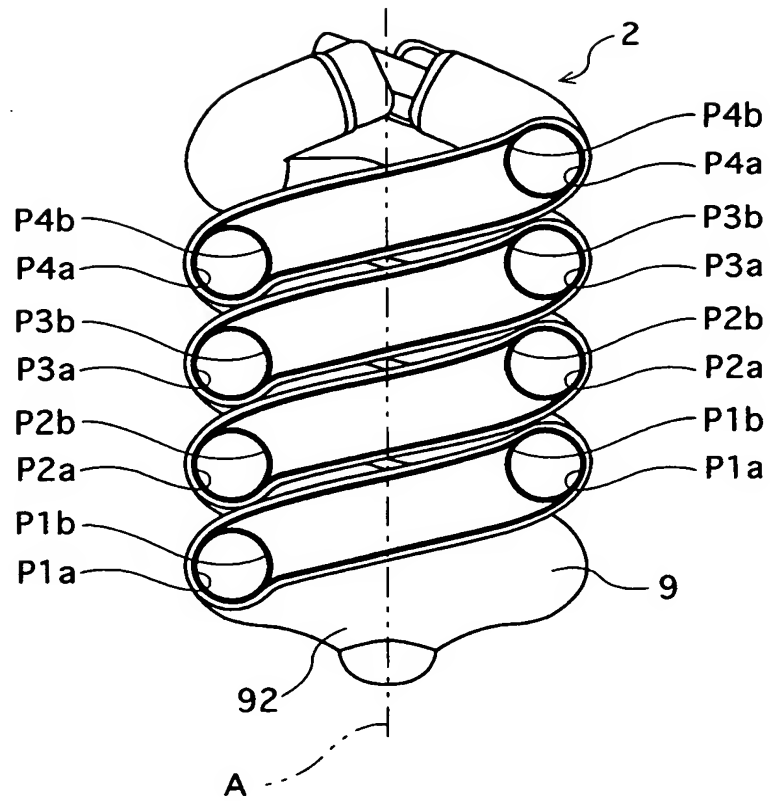


(b)

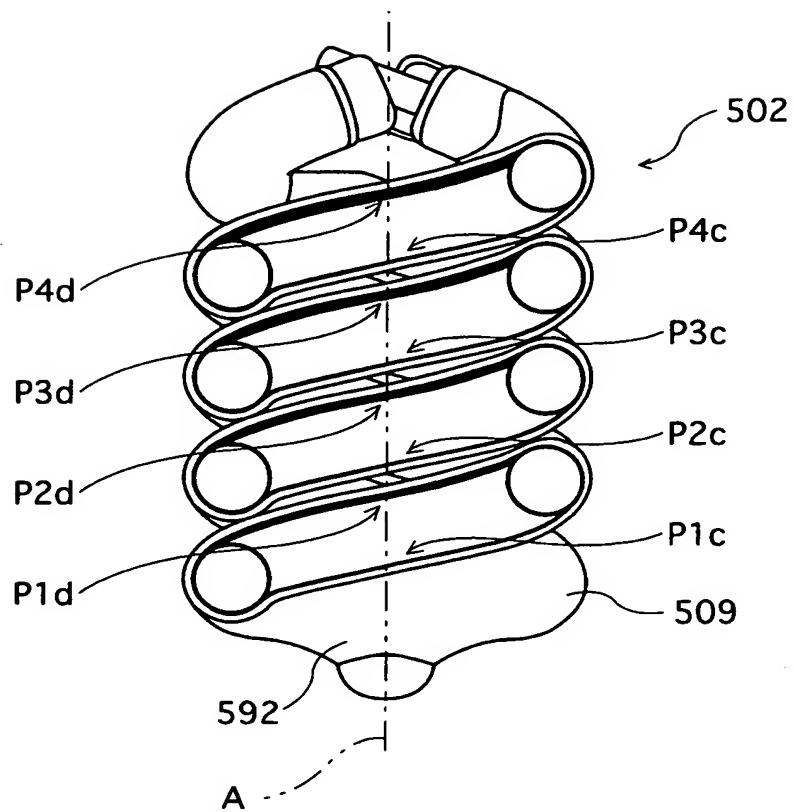


O - O断面

【図 7】

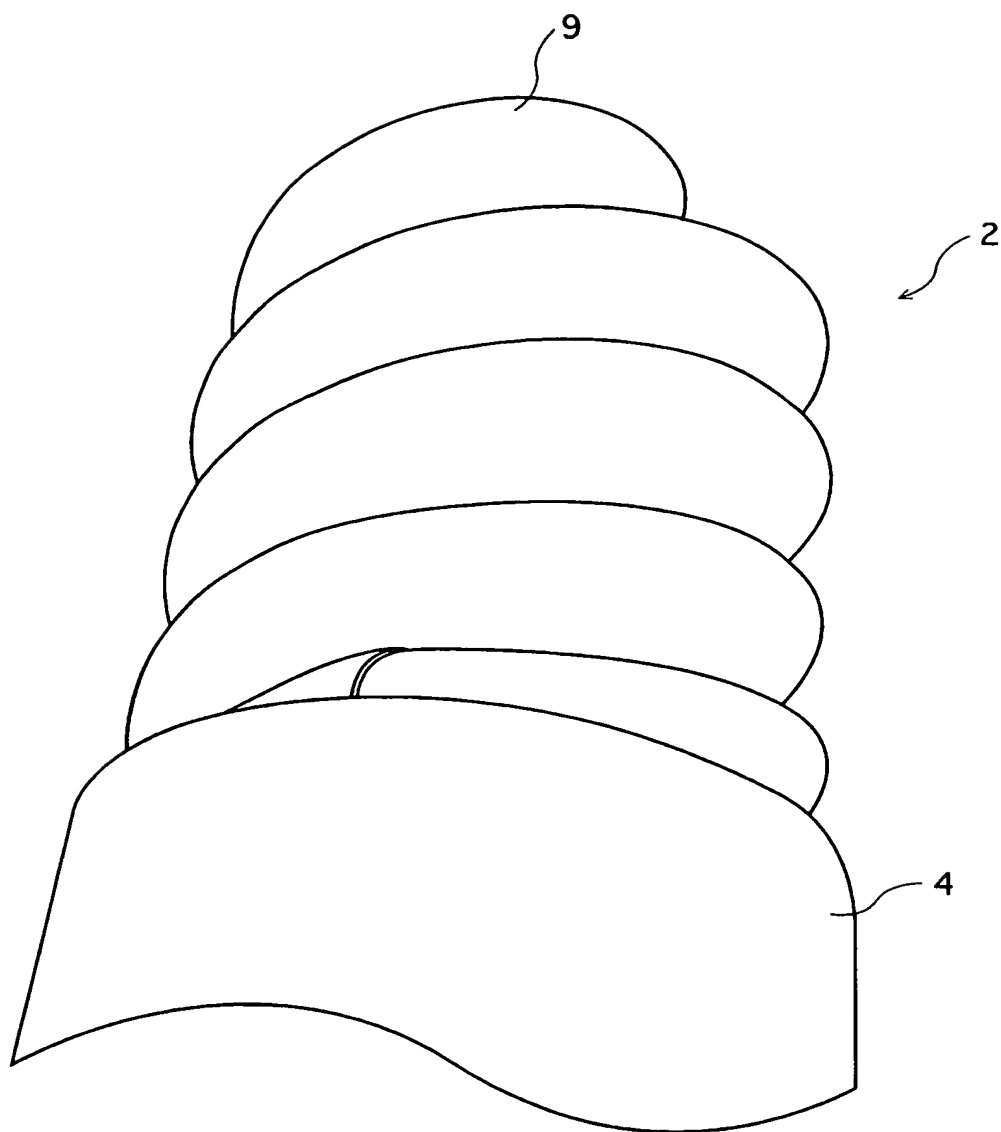


【図 8】

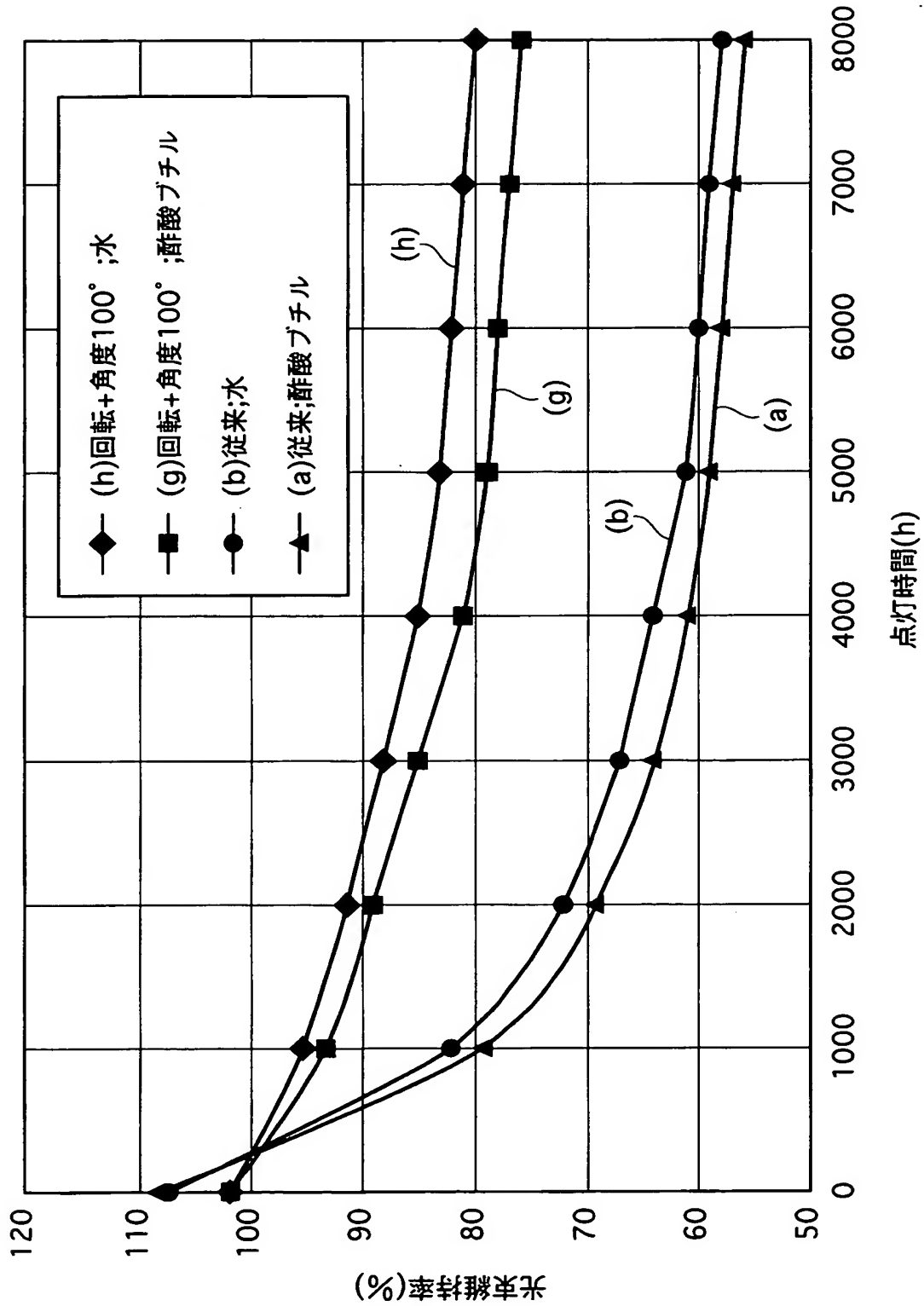




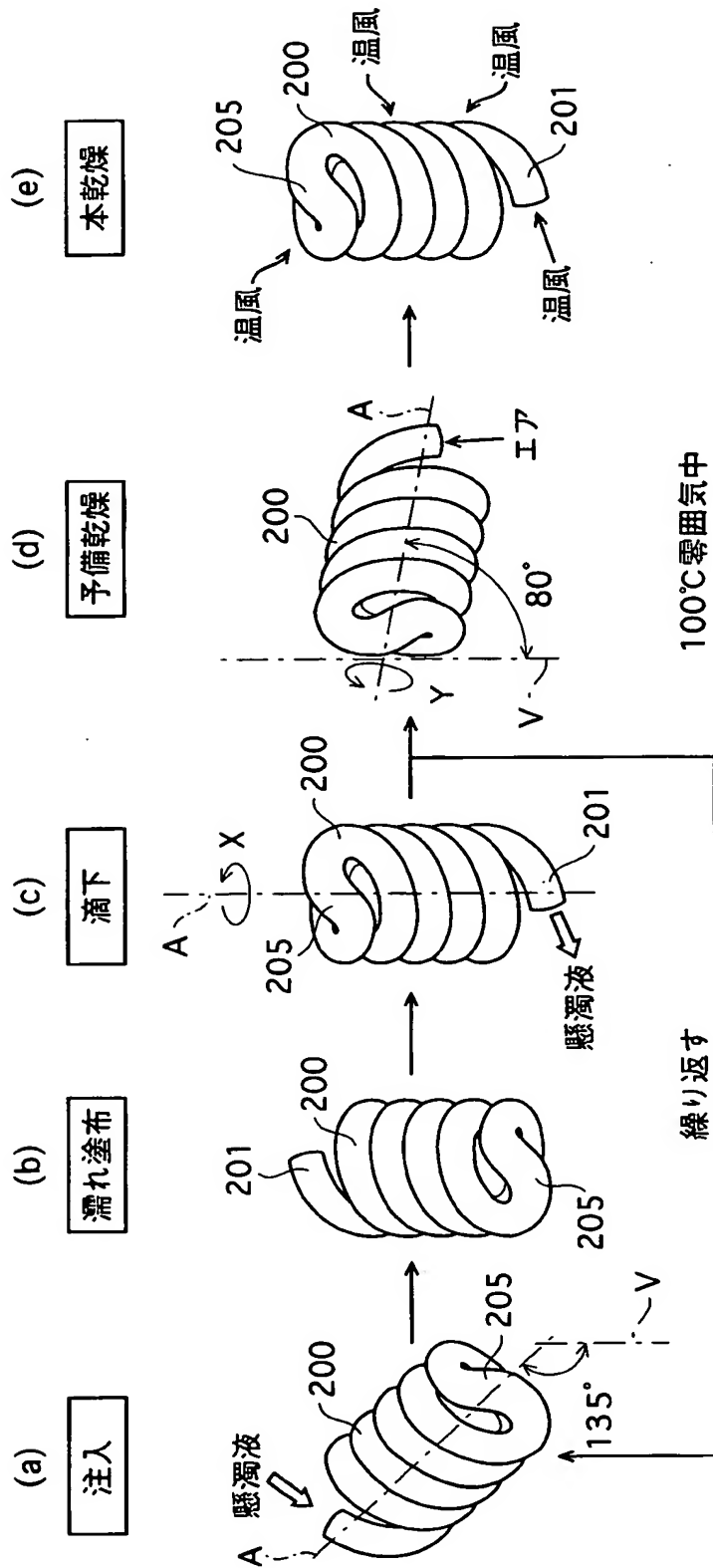
【図 9】



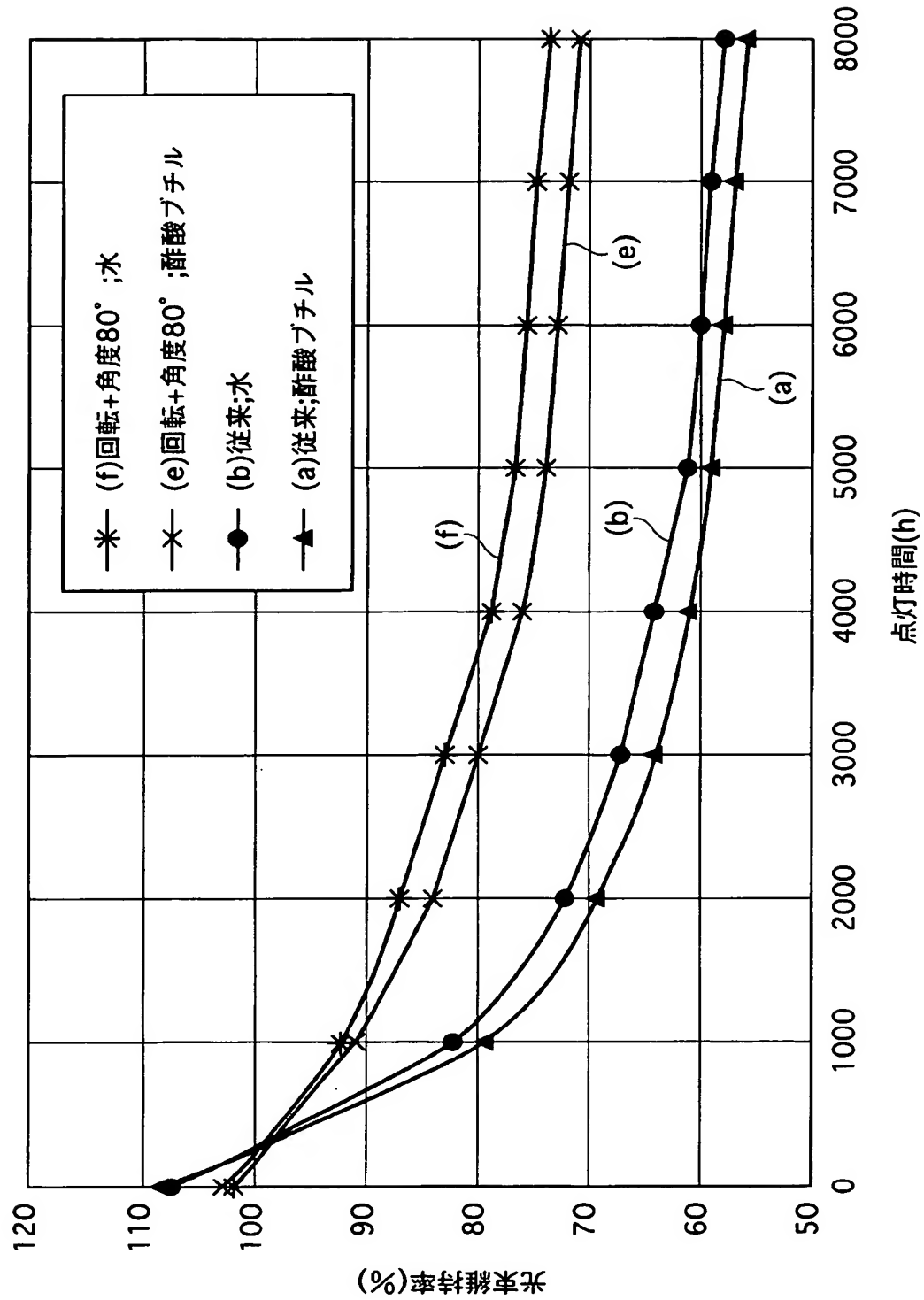
【図 10】



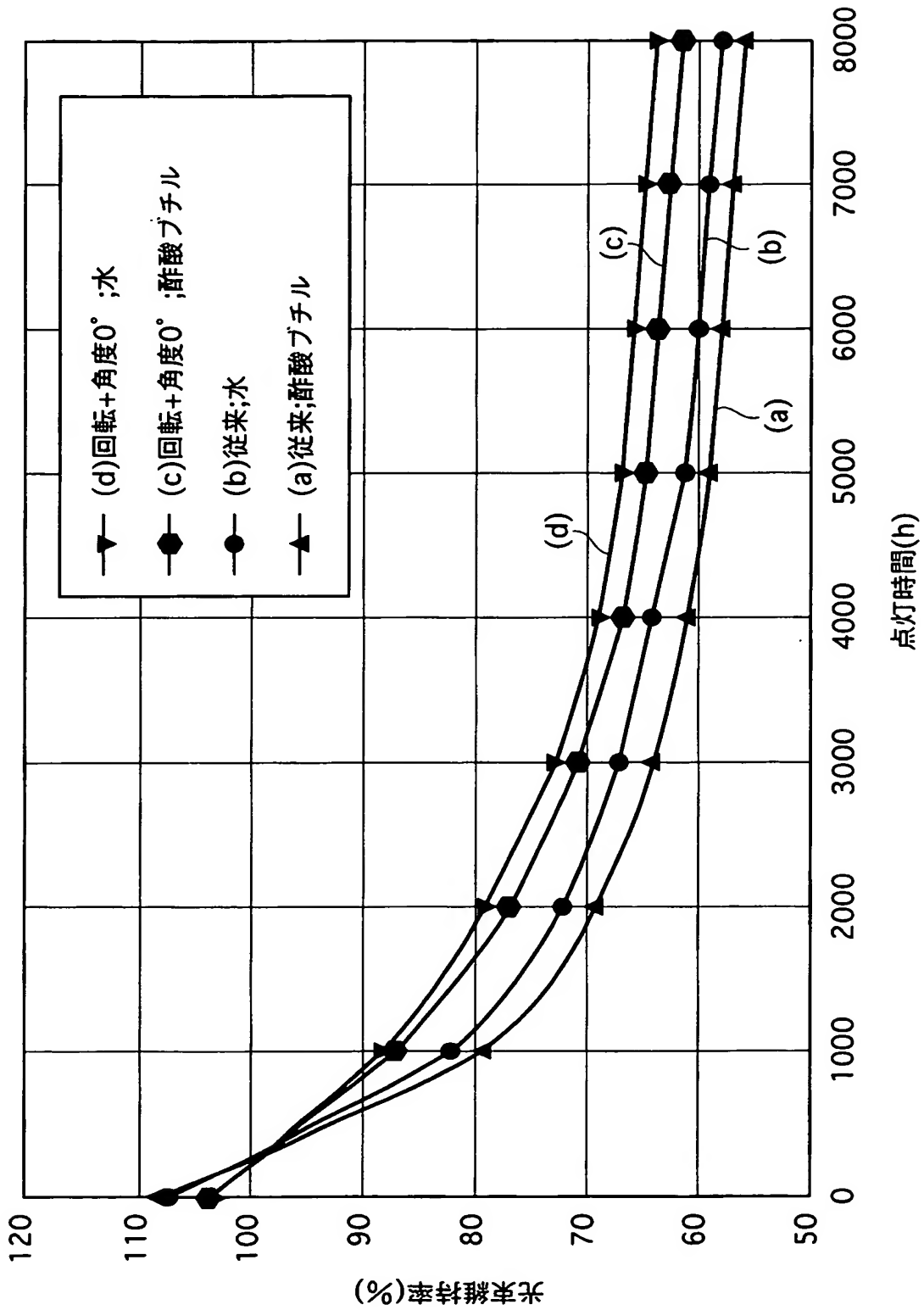
【図 11】



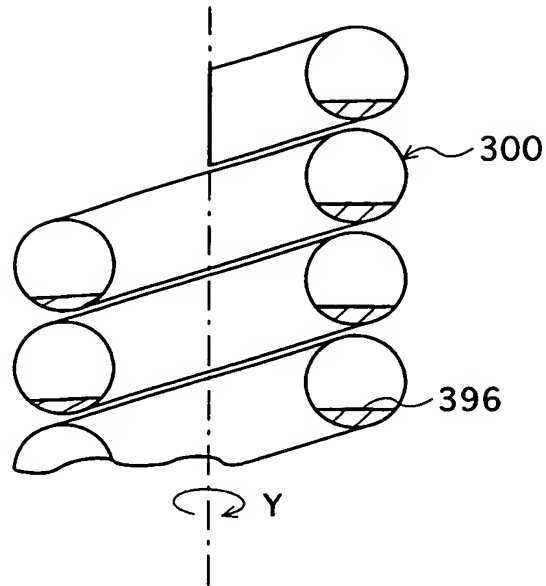
【図 12】



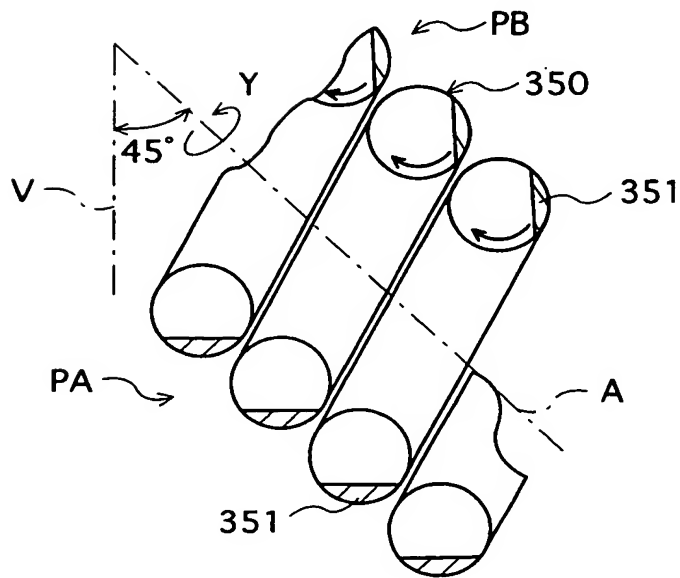
【図 13】



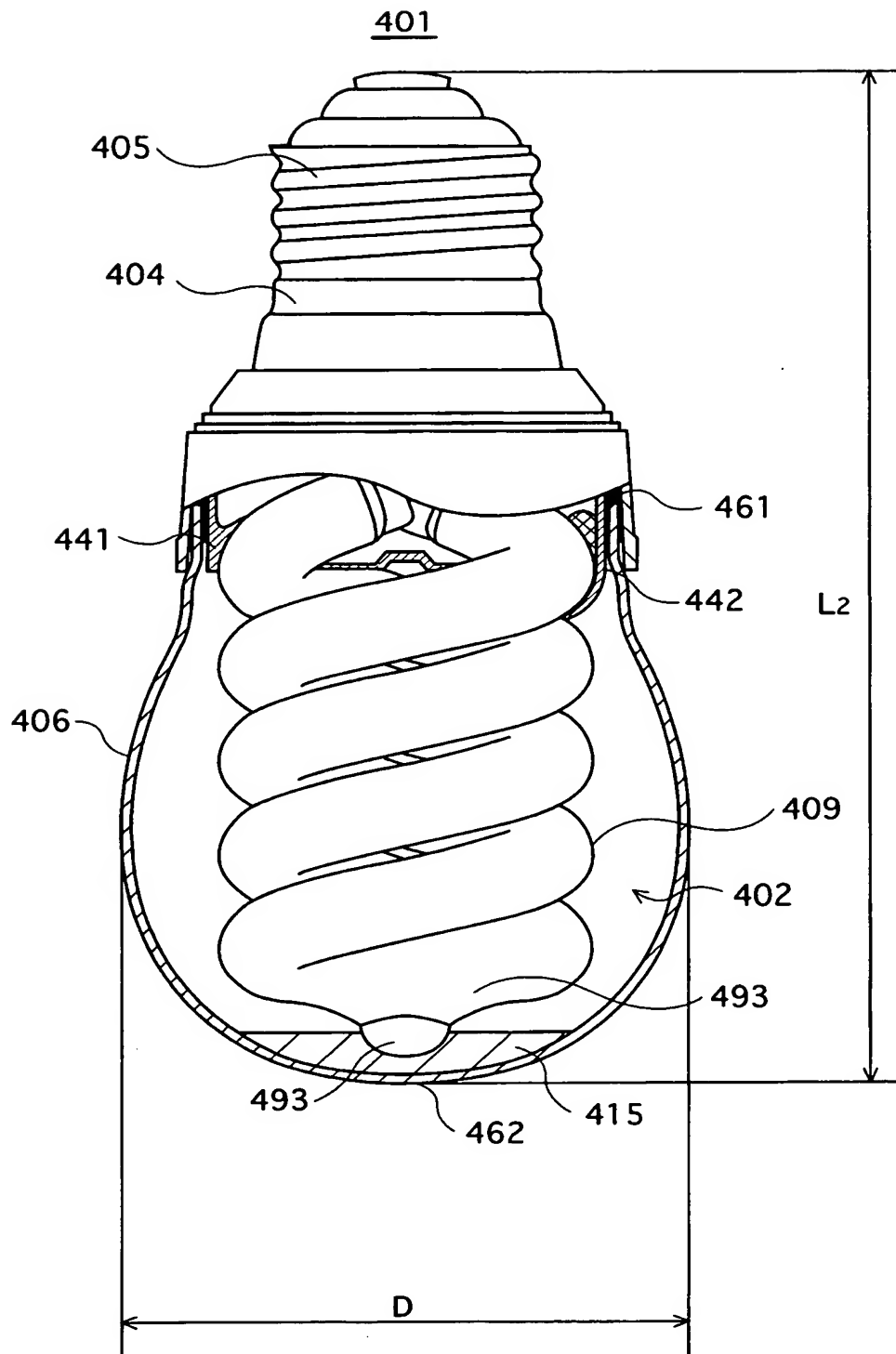
【図 14】



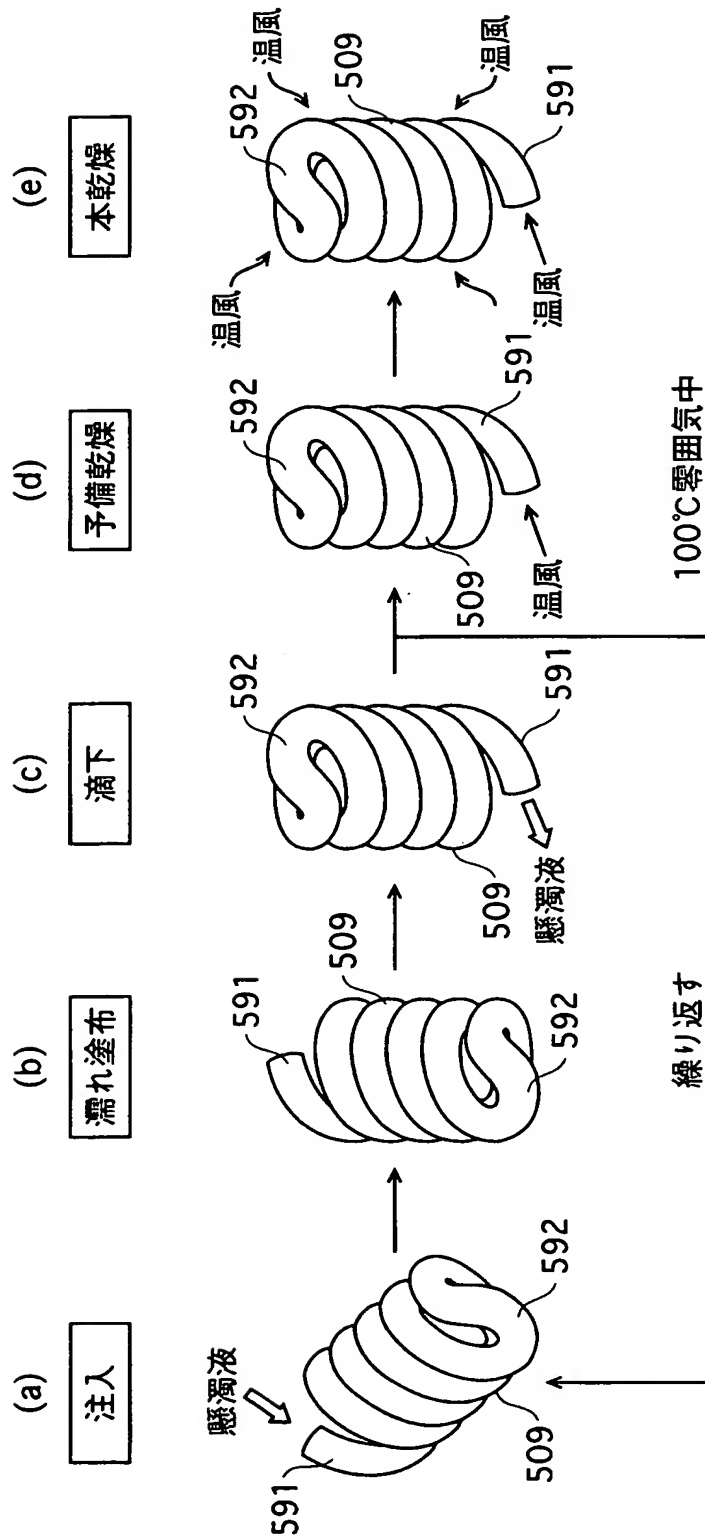
【図 15】



【図 16】

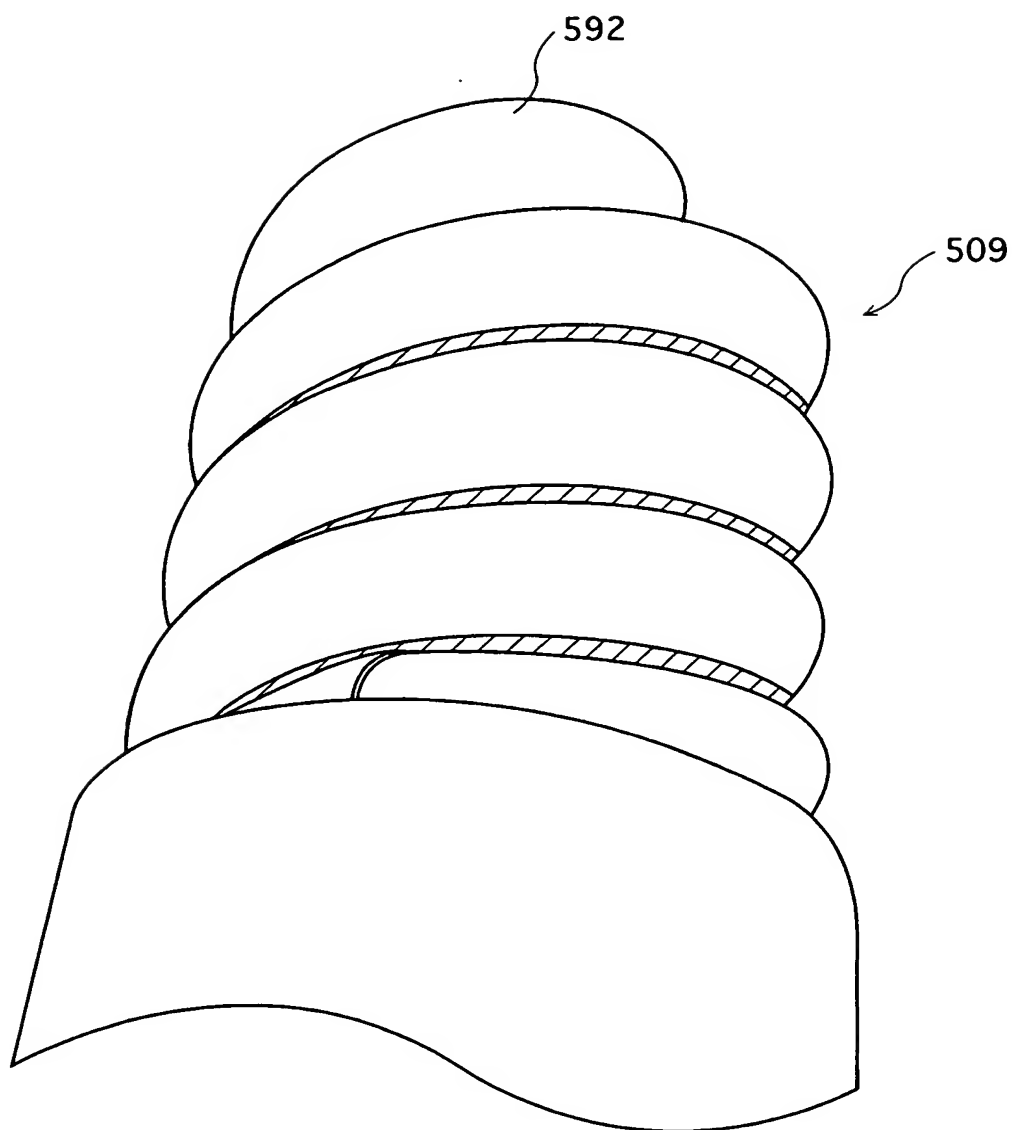


【図 17】





【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 発光管を構成するガラス管の内周面に蛍光層を略均一に形成できる発光管の製造方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 電球形蛍光ランプは、2重螺旋形状に形成されたガラス管の内周面に蛍光層が形成された発光管を備える。この2重螺旋形状のガラス管100の内周面への蛍光層の形成は、ガラス管100内に蛍光層用の懸濁液を注入する工程と、注入された懸濁液をガラス管100に塗布する工程と、注入された懸濁液をガラス管100の端部101から滴下させる工程と、懸濁液を滴下したガラス管100をその折り返し部105が下となるように旋回軸Aを垂直軸Vに対して100度傾斜させた状態でガラス管100をY方向に回転させながら、懸濁液の自重による流動性が無くなるまで懸濁液を予備乾燥させる工程と、予備乾燥されたガラス管100を本乾燥させる工程を経てなされる。

【選択図】 図5

特願 2 0 0 3 - 0 1 9 2 9 6

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社